



Заключение

В результате проделанной работы разработана концепция архитектуры веб-системы на основе паттернов, разработана и внедрена веб-система проведения конкурса научно-исследовательских работ «IT & транспорт».

Литература

1. Головнин, О.К. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем [Электронный ресурс] / Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.А. Федосеев // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – Режим доступа : <http://www.science-education.ru/106-7967>. – ISSN 2070-7428.
2. Липаев В.В. Программная инженерия. Методологические основы // Издательство «ТЕИС». – 2006. – 609 с.
3. Кудинов А.В. Геоинформационные технологии в задачах управления пространственными сетями // Геоинформатика-2000: труды международной научно-практической конференции. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2000. – С. 224-229.
4. Остроглазов Н.А. Веб-ориентированная информационная система дислокации объектов транспортной инфраструктуры / А.Н. Имамутдинов, Н.А. Остроглазов, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 17, № 4 (4). – С. 739–743.
5. Михеева Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия: Физико-математические науки. 2004. № 34. С. 141-148

Я.Н. Пугачев, А.С. Белоногов, Ф.Р. Ахмадуллин

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Многоцелевые информационно-измерительные системы нашли свое широкое применение на железнодорожном транспорте. Отраслевое применение современных технологий базируется на цифровых системах передачи данных с последующей обработкой информационного массива на компьютеризованных стендах диагностики.

Безреостатная диагностика цилиндро-поршневой группы дизель тепловозов типа 2ТЭ10, ЧМЭЗ, ТЭМ2 и 2ТЭ116 включает в себя анализ качества топлива, спектральный анализ дизельных масел, состав выхлопных газов, а также комплекс виброакустической ультразвуковой диагностики.

При использовании информационно-измерительных технологий в состав измерительного комплекса в обязательном порядке входят первичные преобра-



зователи. Среди первичных преобразователей новым классом выделяются перестраиваемые пьезоакустические резонаторы.

В данной работе рассматривается перестраиваемый пьезоакустический резонатор, собственную резонансную частоту которого можно изменять в относительно широком диапазоне радиочастот. Он состоит из двух пьезокварцевых пластин, промежутки между которыми (резонансная камера) заполнены жидкостью с акустическими потерями, присущими данной среде. Такой резонатор обладает резко выраженными частотно-избирательными свойствами за счет акустического резонанса в объеме жидкости, заключенной между пьезокварцевыми пластинами, служащими преобразователем электрического сигнала в акустические колебания и наоборот [1].

На рис. 1 изображена конструкция резонатора с плоскопараллельными (рис. 1, а) и вогнутыми линзовыми (рис. 1, б) пьезокварцами, где 1 – подвижной корпус; 2, 4 – пьезокварцы; 3 – резонансная камера, заполненная жидкостью; 5 – неподвижный корпус; 6 – внешний корпус резонатора.

Пьезокварцы 2 и 4 по периметру закреплены в подвижном и неподвижном корпусах, заполненных газовой смесью с малым удельным акустическим сопротивлением или, например, гелием. Это позволяет уменьшить потери на переизлучение звуковых колебаний в подвижном и неподвижном корпусах.

Резонансная камера 3 для стабилизации параметров перестраиваемого резонатора заполняется жидкостью с нулевым температурным коэффициентом изменения скорости распространения ультразвуковых колебаний. Наличие жидкости в резонансной камере создает хорошие условия для теплообмена в резонаторе, что позволяет использовать подобные системы для генерации и фильтрации электрических сигналов большой мощности.

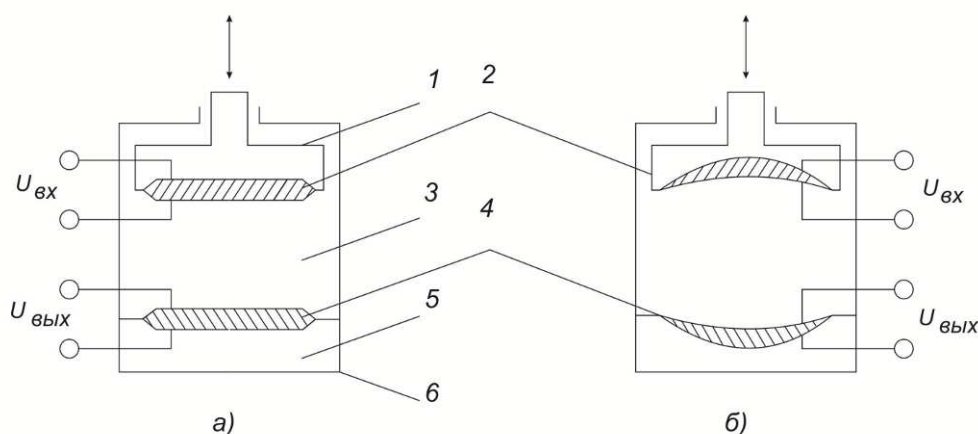


Рис. 1 . Конструкция резонатора

Для уменьшения потерь и влияния температуры окружающей среды размер резонансной камеры соизмерим с длиной волны акустических колебаний в жидкости: $l = n\lambda/2$, где l – размер резонансной камеры (расстояние между пьезокварцами); λ – длина волны акустических колебаний в жидкости; $n = 1 \div 5$.

Максимальную добротность для продольных акустических колебаний в резонансной камере, заполненной жидкостью, без учета потерь в пьезопластинах можно определить из соотношения:



$$Q = nf/c\alpha, \quad (1)$$

где f – частота акустических колебаний; α – коэффициент поглощения звука в жидкости; c – скорость распространения звука.

Для воды на частоте $f = 1$ МГц добротность $Q \approx 80.000$. Однако в реальных конструкциях акустических резонаторов подобного типа из-за потерь, возникающих в кварцдержателях, погрешности при настройке пьезопластин на взаимную параллельность, а также вследствие дифракционных потерь эта величина добротности оказывается в 2-3 раза меньше максимальной. Добротность перестраиваемого пьезоакустического резонатора с вогнутыми линзовыми пьезокварцами на порядок выше, чем с плоскопараллельными пьезопластинами. Это объясняется тем, что для резонансной камеры с вогнутыми линзовыми пьезокварцами снижаются требования к настройке пьезопластин на взаимную параллельность и что самое главное уменьшаются потери в пьезокварцах, связанные с их креплением, так как вся энергия механических колебаний локализуется в основном в центральной части линзового пьезокварца. Внутренние вогнутые поверхности этих пьезокварцев, фокусируя звуковые колебания в резонансной камере, компенсируют дифракционные потери при распространении продольных звуковых волн в резонансной камере.

Рабочий диапазон частот перестраиваемого пьезоакустического резонатора находится в пределах 0,3-30 МГц и ограничивается геометрическими размерами пьезокварцев. Для получения высокой добротности и режима стоячих волн в резонаторе необходимо, чтобы пьезопреобразователи излучали плоский фронт волны, что выполняется при условии $d/a \gg 1$, где d и a диаметр и толщина пьезокварца соответственно.

Добротность резонансной камеры, заполненной жидкостью, может быть больше добротности самих пьезокварцев из-за потерь, возникающих в кварцдержателях, а также вследствие различных волновых акустических сопротивлений в жидкости и в пьезокварцах:

$$Q_1/Q_2 \approx p_2/p_1, \quad (2)$$

где Q_1 и Q_2 – добротность пьезокварцев и резонансной камеры; p_1 и p_2 – волновые акустические сопротивления пьезокварцев и жидкости. Поэтому основное стабилизирующее действие в резонаторе оказывает добротность акустических колебаний в объеме жидкости.

Относительную нестабильность перестраиваемого пьезоакустического резонатора выразим через добротности жидкости в резонансной камере Q_2 и пьезокварцев Q_1 для случая, когда добротности пьезокварцев одинаковые:

$$v \approx v_2 Q_2 / Q_1 + v_1, \quad (3)$$

где v_1 и v_2 – относительная нестабильность жидкости и пьезокварцев соответственно.

Из (3) видно, что при $Q_2 > Q_1$ относительная нестабильность пьезокварцев влияет в Q_2/Q_1 раз меньше, чем относительная нестабильность жидкости.

Для расчета электрических параметров перестраиваемого пьезоакустического резонатора через акустические характеристики жидкой среды и пьезоконстанты пьезокварцев в качестве симметричного пассивного четырехполюсника



рассмотрим акустический резонатор, образованный тремя более простыми эквивалентными четырехполосниками А, В, С:

$$Y = \|A\| \cdot \|B\| \cdot \|C\|. \quad (4)$$

Аи С физически реализуются приемным и излучающим пьезокварцами. Четырехполосник В представляет собой резонансную камеру с жидкостью. Коэффициенты матриц этих четырехполосников находятся как и в [2].

При отсутствии потерь и одинаковом времени прохождения звуковых колебаний в пьезокварцах и жидкости определим собственную резонансную частоту перестраиваемого пьезоакустического резонатора из условия $Y_{вх} = 0$:

$$f_0 = (2n + 1) c / 2l \cdot n, \quad (5)$$

где $Y_{вх}$ – проводимость системы, описанной выражением (4); c – скорость звука в жидкости; l – расстояние между пьезокварцами; $n = 0, 1, 2, 3$. Как видно из (5), между резонансной частотой и расстоянием между пьезопреобразователями имеется обратно пропорциональная зависимость.

Экспериментальные исследования резонатора проводилось с пьезокварцами х-среза диаметром 20 мм на частоте 2,5 МГц. В резонаторе с вогнутыми линзовыми пьезокварцами была получена добротность порядка 20000, а диапазон перестройки по частоте составил 5%.

На рис. 2 и 3 представлены экспериментальные характеристики перестраиваемого пьезоакустического резонатора. Кривая а соответствует резонатору с плоскими пьезокварцами, изображенными на рис. 1, а, кривые б – с линзовыми вогнутыми пьезокварцами (см. рис. 1, б).

На рис. 2 изображена нормированная амплитудно-частотная характеристика резонатора. При использовании в резонаторе пьезокварцев, собственные резонансные частоты которых отличаются друг от друга, например, на 3% (кривые а' и б'), полоса пропускания резонатора становится шире, чем при равных собственных резонансных частотах пьезокварцев. В этом случае диапазон перестройки резонатора увеличивается до 6%, а добротность всей системы остается прежней. При уменьшении расстояния между пьезокварцами частота f_p в перестраиваемом пьезоакустическом резонаторе изменяется практически линейно в диапазоне перемещения $l \approx 0 \div 0,5\lambda$ (кривые а и б на рис. 3).

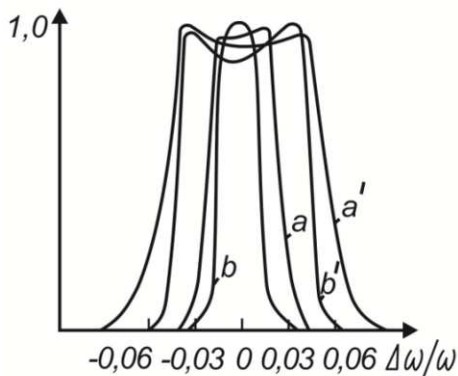


Рис. 2. АЧХ резонатора

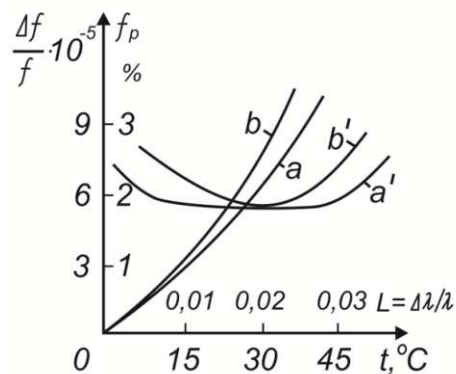


Рис. 3. ТКЧ резонатора



Как видно из рис. 3 (кривые а' и б'), температурная зависимость частоты для резонаторов с разными конфигурациями пьезокварцев различна. ТКЧ для резонатора с вогнутыми линзовыми пьезокварцами имеет более высокую температурную зависимость вследствие изменения угла среза при обработке кварцевой пластины.

При заполнении резонансной камеры контролируемой средой (дизельным топливом, картерным маслом, выхлопными газами) изменяется добротность и резонансная частота. Информационно-измерительный комплекс строится на дифференциальной схеме. В одном канале задействован резонатор с эталонной среде, а в другом канале резонатор заполнен контролируемой средой.

Литература

1. Ультразвуковой газоанализатор / Я.Н. Пугачев, А.С. Белоногов // Инновации в системах обеспечения движения поездов: Материалы I Международной научно-практической конференции (19-20 мая 2016). – Самара: СамГУПС, 2016 г. – С.42-46.
2. Домаркас В. И., Кажис Р. Б. Контрольно-измерительные пьезоэлектрические преобразователи. Вильнюс: Минтис, 1974.

Р.И. Салимов, М.Г. Нуриев

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ЛИНИЯХ СВЯЗИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

(Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ)

Одним из важных аспектов надежного функционирования электронных систем автомобиля является обеспечение высокого уровня помехоустойчивости. На этапе разработке данных электронных систем необходимо провести прогнозирование возможных помех и помехоустойчивости элементов при воздействии разнообразных электромагнитных источников. Высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП) являются распространенным типом мощных промышленных помех [1], и автомобили часто попадают под ее электромагнитные поля.

Целью данной работы является моделирование и анализ электромагнитных помех в линиях связи автомобилей при воздействии электрических и магнитных полей ВЛЭП.

Наиболее распространенным видом ВЛЭП являются воздушные линии, выполненные голыми проводами, подвешенными на изоляторах и смонтированными на опорах. Изучая электромагнитные помехи от ВЛЭП необходимо различать два их типа: 1) электромагнитные воздействия возникающие за счет напряжений и токов рабочей частоты. В данном случае большое влияние на