

УДК 681.586

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Г.С. Сериков, ассистент, к.т.н., ХНАДУ

***Аннотация.** Проведен анализ причин выхода резистивных датчиков из строя. Освещена перспективная методика измерения динамических параметров в автомобиле с использованием сетевой организации датчиков.*

***Ключевые слова:** датчики, косвенные измерения, акселерометр, ускорение, информационная сеть.*

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В АВТОМОБІЛЬНИХ ДОДАТКАХ

Г.С. Сєріков, асистент, к.т.н., ХНАДУ

***Анотація.** Проведено аналіз причин виходу резистивних датчиків з ладу. Освітлено перспективну методику виміру динамічних параметрів в автомобілі з використанням мережної організації датчиків.*

***Ключові слова:** датчики, непрямі виміри, акселерометр, прискорення, інформаційна мережа.*

## PROSPECTS OF MEASURING ELEMENTS APPLICATION IN AUTOMOBILE APPENDICES

G. Serikov, assistant, Candidate of Technical Science, KhNAHU

***Abstract.** The analysis of resistive gauges damage reasons is carried out. The perspective technique of dynamic parameters measurement in the vehicle with the use of the network organization of gauges is described.*

***Key words:** gauges, indirect measurements, accelerometer, acceleration, informative network.*

### Введение

В современных автомобилях все чаще находят применение датчики косвенного замера параметров динамики узлов автомобиля. К таким относятся узлы подвески, динамика движения корпуса машины. Переход на расчетные значения обусловлен прежде всего низкой надежностью ранее применяемых измерительных систем с электромеханическими датчиками, в состав которых входили подвижные детали. Конструкторов привлекала низкая себестоимость и простота таких датчиков. Их основу составлял переменный резистор, ползунок которого механически связан с деталью, относительное перемещение

которой необходимо определить [1]. Таким образом, сопротивление поставлено в соответствие перемещению. Замечательной особенностью была линейная выходная характеристика такого датчика. Однако наличие переменного электрического контакта механически перемещающегося по резистивному слою снижает надежность и ресурс работы на порядок. Причин тут несколько. В первую очередь, это механический износ резистивного слоя – пропилов дорожек. Во-вторых, невозможность надежно защитить электрический контакт от попадания компонентов агрессивной внешней среды – масла, воды, грязи. А ведь датчики устанавливались именно в таких местах – в двигателе, на под-

веске и т.д. Определенным выходом из положения стало применение бесконтактных систем, в основу которых положены магнитные и электрические явления. Например, применяются емкостные, индуктивные датчики, датчики Холла. Однако все они требуют введения корректирующих цепей для линеаризации выходных характеристик, температурной корректировки показаний и высокостабильных питающих напряжений. Преобразование сигналов в цифровой вид требует применения дополнительно аналого-цифровых преобразователей. Вполне естественно, что стоимость таких измерительных систем в целом резко возрастала. Плохая повторяемость характеристик препятствовала производству большими партиями для снижения стоимости.

### Анализ публикаций

Анализ публикаций показал, что следующим этапом развития в применении датчиков стало интегральное исполнение измерительных систем, когда чувствительный элемент – датчик выполнялся в едином корпусе с аналого-цифровым преобразователем и цепями корректировки [2]. Такие датчики применяются и в настоящее время. Также в микросхеме имеется программируемая логика, позволяющая проводить предварительную обработку сигнала, выбирать чувствительность датчика, тип активного цифрового интерфейса для передачи данных в автомобильную информационную сеть. Для поддержки мультиплексной системы передачи данных в состав микросхемы включены контроллеры различных сетевых интерфейсов. В целом это уже получили интеллектуальные датчики с поддержкой сетевой организации передачи данных [3].

### Цель и постановка задачи

Целью статьи является определение возможных применений акселерометров в автомобильной электронике. Задачей является рассмотреть преимущества акселерометров с цифровым выходом.

### Единая информационная измерительная сеть автомобиля

Применение единой информационной сети в современном автомобиле уже является необходимостью, так как в противном случае кузов превратится в электротехнический шкаф,

плотно набитый проводами. Для успешного функционирования таких сетей необходимо определение важности передаваемой по шине информации. Вполне естественно, что данные второстепенной важности при большом количестве участников сети могут передаваться с большой задержкой. Выходом из сложившегося положения может стать сокращение количества датчиков с одинаковыми функциональными обязанностями. Как пример интеграции можно привести систему управления подушками безопасности, систему динамической устойчивости автомобиля на дороге и систему автономной навигации. В качестве общего чувствительного элемента можно применить датчики ускорений – акселерометры с возможностью переключения чувствительности.

Привлекательной особенностью такого типа датчиков является их полная герметичность и малая чувствительность к внешним электромагнитным воздействиям. Место установки на контролируемом объекте имеет малое значение.

Акселерометры представляют собой датчики линейного ускорения и в этом качестве широко используются для измерения углов наклона узлов и агрегатов автомобиля, сил инерции, ударных нагрузок и вибрации.

Промышленность изготавливает много разновидностей акселерометров, имеющих различные принципы действия, диапазоны измерения ускорений, массу, габариты и цены.

Современные технологии микрообработки позволяют изготовить интегральные акселерометры, имеющие малые габариты и низкую цену. В настоящее время изготавливаются ИМС акселерометров трех типов: пьезопленочные, объемные и поверхностные.

Поскольку к надежности систем управления агрегатов автомобиля предъявляются чрезвычайные требования, акселерометры снабжены системой самоконтроля.

Промышленностью разработано несколько разновидностей акселерометров, имеющих различные принципы действия. Наиболее перспективными в отношении цены, точности и удобства применения являются полупроводниковые датчики ускорения, изготовленные по МЭМС технологии с цифро-

вым выходом, предназначенные для измерения ускорений в диапазонах  $0... \pm 1,50 \pm 250g$  ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ) по одной, двум или трем осям.

### Принципы функционирования емкостного акселерометра

Основой датчиков является емкостной чувствительный элемент, представляющий собой микромеханическую систему, сформированную на поверхности кремниевой подложки. Он состоит из центральной пластины, закрепленной при помощи упругих элементов, и трех неподвижных пластин (две основные и одна – для реализации функции самотестирования).

Растяжки по концам инерционной массы, удерживающие ее на весу, являются как бы механическими пружинами постоянной упругости, ограничивающими перемещение пробной массы и ее возврат в исходное положение. Говоря другими словами, сила инерции при воздействии ускорения

$$F = ma$$

уравновешивается силой упругости пружины

$$F = kx,$$

где  $m$  – масса,  $a$  – ускорение,  $k$  – жесткость пружины,  $x$  – перемещение массы относительно исходного состояния.

Отсюда следует, что  $a = x (k / m)$ , причем  $k/m$  – конструктивный параметр датчика.

В совокупности образуется дифференциальная емкость. Центральная пластина обладает сейсмомассой и может смещаться под действием ускорения, меняя тем самым свое положение относительно неподвижных пластин. Это приводит к изменению емкости микроконденсатора (рис. 1).

Интегрированная на том же кристалле измерительная схема (интегратор, усилитель, ФНЧ, устройство температурной компенсации и тактовый генератор) фиксирует это и формирует выходное напряжение, линейно зависящее от действующего ускорения.

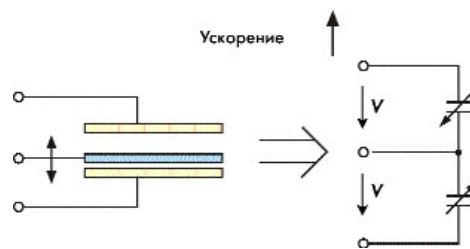


Рис. 1. Упрощенная конструкция датчика ускорения микросхемы семейства ХММА

При помощи акселерометров можно измерять как ускорения, так и скорость, а также пройденный путь (рис. 2).

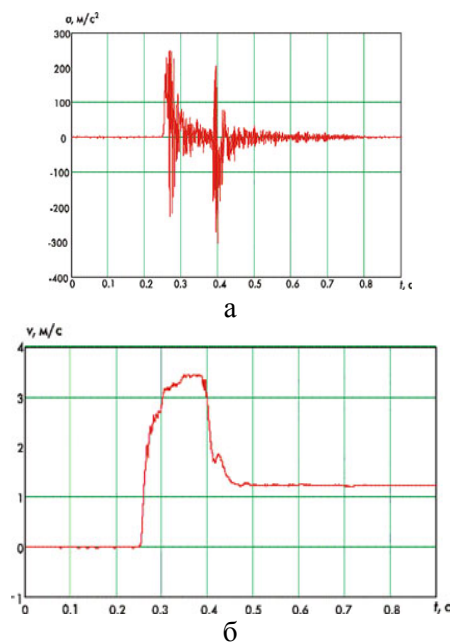


Рис. 2. Графики ускорения (а) и скорости интегрального акселерометра (б) в условиях сильных продольных вибраций

Смещение центральной обкладки конденсатора, обладающей сейсмомассой, под действием силы гравитации позволяет измерять углы наклона корпуса автомобиля (рис. 3).

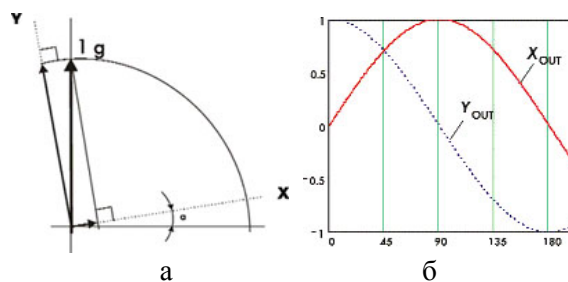


Рис. 3. Использование акселерометра для измерения наклона: а – наклон сенсора; б – выходной сигнал

### Выводы

1. Достижения современной электронной промышленности позволяют создавать датчики ускорений с высокими показателями чувствительности, точности и стабильности работы.
2. При помощи акселерометров, помимо ускорений, можно определять линейные и угловые перемещения, наклон модулей, а также большинство других величин, которые используются управляющей логикой автомобилей.
3. Косвенные измерения при помощи акселерометров позволяют избавиться от датчиков с электромеханическими системами.
4. Сетевая организация и применение цифровых акселерометров позволяет их совместное

использование различными модулями автомобиля.

### Литература

1. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2 книгах : пер. с франц. / Ж. Аш. – М. : Мир, 1992. – 480 с.
2. Интегральные акселерометры [Электронный ресурс] // портал радиолюбителей – 2008. – Режим доступа к статье <http://radio-hobby.org/modules/news/index.php?storytopic=10>
3. Сысоева С. Автомобильные акселерометры / С. Сысоева // Компоненты и технологии. – 2005. – №8. – С. 12 – 18.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 30 июня 2011 г.

---