

ПРИМЕНЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ В СИСТЕМАХ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Д.М. Клец, аспирант, А.И. Коробко, начальник отдела стандартизации, Я.В. Ревтов, Д.А. Безъязычный, студенты, ХНАДУ

Аннотация. Определены возможности акселерометров для применения в системах пассивной безопасности автомобилей.

Ключевые слова: акселерометр, датчик, ускорение, безопасность, авария, автомобиль.

Введение

С каждым годом во всем мире существенно увеличивается производство автомобилей, их технологический уровень и, вместе с этим, возрастают требования к системам безопасности.

Для обеспечения необходимой безопасности при использовании автомобиля требуется расширенный контроль различных механизмов, участвующих в работе автомобиля, качественно более высокий уровень испытаний и внедрение новых устройств с широкими функциональными возможностями.

Использование датчиков инерции, так называемых акселерометров, играет значительную роль в решении указанных проблем. Поэтому необходимо проанализировать варианты применения, принципы действия и развитие технологий производства акселерометров, использующихся в настоящее время в мировом автомобилестроении.

На сегодняшний день актуальным является создание мобильного регистрационного комплекса для оценки динамических параметров автомобилей. Такой комплекс создан на кафедре технологии машиностроения и ремонта машин ХНАДУ и предлагается для рассмотрения.

Анализ публикаций

В работе [1] представлены обширные сведения о принципах работы, конструкции, ха-

рактеристиках и условиях эксплуатации всех типов датчиков, используемых в различных областях.

В указанной работе [1] приводятся результаты анализа рынка, подробные сведения о принципе работы датчиков ускорения. Возможности применения в автомобильной промышленности всех современных типов акселерометров изложены в источнике [2].

Цель и постановка задач

Первой задачей исследования является определение области внедрения и преимущества применения акселерометров в оснащении систем пассивной безопасности автомобиля.

Второй задачей исследования является определение возможностей мобильных измерительных комплексов с использованием акселерометров и области их применения.

Основные виды автомобильных акселерометров

Акселерометр измеряет ускорение или, согласно второму закону Ньютона, силу, вызывающую ускорение инерционной массы.

Принципы работы датчиков различаются в зависимости от способа получения электрического сигнала при детектировании движения инерционной массы.

Сегодня выделяются три основные категории автомобильных акселерометров (рис. 1).

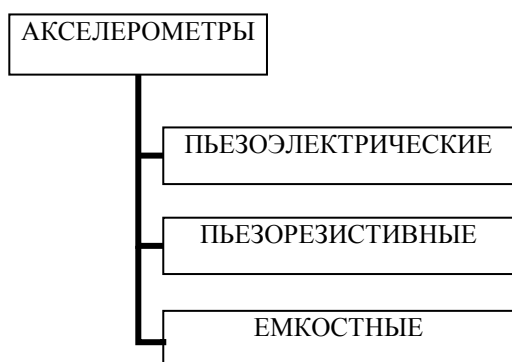


Рис. 1. Категории автомобильных акселерометров

Ужесточение стандартов на обеспечение безопасности дорожного движения в развитых странах и связанное с этим улучшение эксплуатационных свойств систем защиты являются одной из важнейших причин повышения потребности в новых более «умных» и дорогих датчиках.

Объективным фактором увеличения систем управления в автомобиле различного функционального назначения – от мониторинга состояния двигателя до систем безопасности пассажиров – является развитие технологий микроэлектромеханических систем (MEMS – microelectromechanical systems). Концепция MEMS включает интеграцию на кремниевой основе ИС механических элементов, сенсоров и исполнительных устройств, а также электроники обработки сигнала.

MEMS-технологии повсеместно сопровождают авангардные технические решения; на их основе созданы MEMS-акселерометры, гироскопы и датчики давления.

Микромеханические MEMS-датчики с интегрированной электроникой обработки сигнала получили широкое распространение во многих областях, включая автоэлектронику, главным образом из-за простоты их использования, низкой цены, малого размера. Большинство MEMS-акселерометров обеспечивает усиленный аналоговый или ШИМ-сигнал с рабочим циклом, пропорциональным ускорению, пригодный для непосредственной обработки микроконтроллером.

MEMS-датчики не имеют движущихся частей, поэтому они высоконадежны. Способность обеспечивать функциональные харак-

теристики в условиях агрессивной окружающей среды (перепады температур, вибрации, удары, влажность, электромагнитные и высокочастотные помехи), надежность и низкая стоимость предполагают широкое использование MEMS-акселерометров в качестве автомобильных компонентов.

В совокупности переход к MEMS-датчикам, включая акселерометры, продиктован следующими причинами:

- требованиями повышенной надежности, увеличением гарантийных периодов (до 10 лет);
- непрерывно разрабатываемыми стандартами эмиссии, безопасности и топливной эффективности;
- повышением уровня исполнения автомобилей, требованиями повышенного комфорта;
- расширением диагностического тестирования автомобилей.

Акселерометры в системах пассивной безопасности

Принцип действия непрерывно измеряет линейное ускорение транспортного средства. Динамическое воздействие вследствие столкновения в $\pm(35-50)g$ по сигналам от акселерометра, превышающее установленные пороги, переключает вход микроконтроллера, который принимает решение о развертывании воздушных подушек.

Новые стандарты диктуют автопроизводителям использование MEMS-сенсоров в дополнительных воздушных подушках, развертываемых при боковых ударах и на верхней крыше в случае бокового крена или опрокидывания машины – так называемых событий «rollover».

Термин «rollover» описывает случай бокового поворота машины – крена, в отличие от продольного поворота («pitchover»), на углы, значения которых соотносятся с углом в 90 градусов. Оценено, что почти четверть всех фатальных автомобильных аварий возникает именно в случае событий «rollover».

Для обнаружения аварийных событий «rollover» необходимы следующие параметры: угол крена, частота изменения угла (частота колебаний) или угловая скорость крена и угловые ускорения.

Для обнаружения боковых кренов многие системы используют инклинометры или датчики наклона, принцип действия которых основан на гравитации (вследствие действия силы тяжести).

Среди многих типов инклинометров наиболее предпочтительными являются микромеханические акселерометры, измеряющие малые ускорения порядка нескольких g (low g – акселерометры), достигающие лучшего углового разрешения, но их чувствительность к линейному ускорению создает необходимость фильтрации.

Более точный метод основывается на применении датчиков угловой скорости (angular rate sensors – ARS), функционирование которых основано на действии силы Кориолиса и обеспечивает более высокую устойчивость к линейному ускорению. Угловое положение и угловое ускорение машины извлекаются интегрированием и дифференцированием угловой скорости соответственно. Поскольку на практике интегрирование может давать недопустимые ошибки положения, а дифференцирование может быть зашумленным, во многих автомобильных системах для коррекции угловых ошибок положения используются дополнительные low g -акселерометры.

Системы детектирования событий «rollover» комбинируют акселерометры и гироскопы, чтобы определять угол крена автомобиля и угловую скорость крена.

Современные автомобильные системы предполагают интегрирование, например, MEMS-акселерометра и гироскопа, на печатной плате в одном сенсорном блоке, что обеспечивает выпуск недорогих многофункциональных устройств в больших объемах массового производства и способствует разработке новых сенсорных систем автомобильной платформы на их основе, эффективных в стоимостном выражении.

Недавние инновации в оборудовании безопасности также относятся к так называемым «умным» системам безопасности «Advanced (Smart) Restraint Systems» с различным ограничением (сдерживанием) перемещений людей, сидящих в автомобиле, в зависимости от их роста, веса, положения сидения пассажира, в различных аварийных ситуациях.

Применение мобильных установок акселерометров

Под руководством сотрудников кафедры технологии машиностроения и ремонта машин ХНАДУ проведен ряд экспериментов с помощью двух акселерометров MMA72QT. Установив измерительный комплекс в автомобиле, было проведено измерение ускорений точек автомобиля, отдаленных от центра тяжести, на больших скоростях движения.

Исследования показали, что расчет скорости с помощью акселерометров дает более точные результаты. На основании этого можно сделать вывод, что при расчете тормозного пути, силы удара с различных скоростей акселерометры измеряют более точные значения. После измерения центробежного ускорения становится возможным предусмотреть поведение автомобиля при различных погодных и дорожных условиях.

Наблюдая за поведением автомобиля непосредственно, такой измерительный комплекс дает возможность проанализировать с большей точностью, какие изменения в управлении повлечет за собой конкретная модификация автомобиля, например изменение мощности двигателя, жесткости амортизаторов, уменьшение веса, перераспределение центра тяжести автомобиля. Это позволит лучше подготовить спортивный автомобиль к соревнованиям.

Для получения такого множества полезных данных нет необходимости конструировать и внедрять сложные механизмы в автомобиль. Измерительный комплекс акселерометров мобилен и прост в установке (рис. 2).



Рис. 2. Измерительный комплекс

Выводы

1. Благодаря развитию MEMS-технологий и усовершенствованию акселерометров можно значительно обезопасить автомобиль. Если правильно спроектировать систему пассивной безопасности, располагая современными типами датчиков, то количество смертей в автомобильных авариях упадет практически до нуля.

2. Проведенные испытания с использованием мобильного измерительного комплекса привели к новым и более точным исследованиям динамического поведения автомобиля на дороге.

Литература

1. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2 книгах: Пер. с франц. – М.: Мир, 1992. – 480 с.
2. Сысоева С. Автомобильные акселерометры // Компоненты и технологии. – 2005. – №8. – С. 12 – 18.

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 8 апреля 2009 г.