

УДК 629.567.2

А.Г. Остренко, ст. преподаватель,

С.В. Огрызков, ст. преподаватель

Севастопольский национальный технический университет

ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ АВТОМОБИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ

Изложен подход к осуществлению мониторинга технического состояния автомобильных амортизаторов, позволяющий оперативно оценить их пригодность к дальнейшей эксплуатации по рассогласованию спектральной плотности вертикальных ускорений подрессоренных масс.

Ключевые слова: *автомобильный амортизатор, мониторинг, плавность хода, спектральная плотность.*

Постановка проблемы. Подвеска автомобиля выполняет одновременно несколько важных функций, от ее конструкции и рабочих характеристик зависят управляемость, устойчивость, плавность хода и другие свойства автомобиля, определяющие его безопасность, комфортность, надежность и экономичность. От свойств подвески зависит физиологическое и эмоциональное состояние водителя и пассажиров, поскольку вибрации, быстрые и резкие изменения положения тела сильно утомляют человека, известно, что усталость напрямую зависит от изменений ускорения и частоты колебаний. Поэтому одной из основных задач в теории и практики эксплуатации современного автомобиля, сегодня является задача сохранения заданного уровня параметров плавности хода в течение всего жизненного цикла автомобиля [1].

Одним из элементов обеспечения плавности хода автомобиля является амортизатор, в связи с чем, исследование процесса изменения эксплуатационных свойств амортизаторов является актуальной задачей, имеющей большое практическое значение.

Существующие методы диагностирования технического состояния амортизаторов не обладают оперативностью, своевременностью и приводят к простоям на линии, так как диагностика проводится только в условиях специализированных предприятий. Поэтому разработка системы мониторинга технического состояния амортизатора может существенно сократить стоимость ремонта, повысить безопасность движения и избежать простоев на линии.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах [2 – 5] коэффициент сопротивления амортизатора рассматривался как постоянная величина. Такое допущение не позволяет определить влияние степени износа элементов амортизатора на колебания кузова автомобиля в различных дорожных условиях. Кроме несимметричности динамических характеристики автомобильных амортизаторов на ходах отбоя и сжатия также необходимо учитывать их нелинейность, и изменение нелинейности и несимметричности в процессе эксплуатации.

Постановка задачи. В связи с вышеизложенным, особый интерес представляет задача разработки системы контроля технического состояния автомобильных амортизаторов в реальном времени, позволяющей своевременно обнаружить износ элементов амортизатора в процессе эксплуатации транспортного средства.

Материалы и результаты исследования.

Система мониторинга состоит из восьми датчиков ускорений, имеющихся на современных автомобилях с управляемой подвеской, микроконтроллера и информационного табло.

Четыре датчика закрепляется на рычагах подвески, связанных с неподдресоренными массами автомобиля, а остальные – на кузове, в зоне колёсных арок.

Система работает следующим образом. В процессе движения колёса автомобиля при наезде на неровности совершают колебательные движения, ускорения которых фиксируются датчиками. Так же, но уже с другими параметрами колебаний, перемещается кузов транспортного средства. Информация об ускорениях с колёсных датчиков и датчиков, закреплённых на кузове, передаётся на микроконтроллер. Далее происходит обработка результатов с применением математического аппарата спектрального анализа [6]. При расхождении теоретической и экспериментальной спектральной плотности вертикальных ускорений подрессоренной массы, микроконтроллер подаёт сигнал на информационное табло, которое показывает, какой амортизатор вышел из строя. Теоретическая спектральная плотность определяется с использованием математической модели программы мониторинга для конкретного исправного амортизатора имеющего минимальный износ элементов конструкции, динамические характеристики которого отвечают заявленным требованиям завода-изготовителя.

Математическая модель программы заключается в описании работы одномассовой колебательной расчётной схемы подвески в общей колебательной системе автомобиля. Так как необходимо учитывать

нелинейность и несимметричность динамических характеристик гасителя колебаний, то для описания применяется дифференциальное нелинейное уравнение второго порядка:

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \mu \frac{dy(t)}{dt} + cy(t) = \mu \frac{dq(t)}{dt} + cq(t), \quad (1)$$

где m – подрессоренная масса, кг; $y(t)$ – перемещение подрессоренной массы, м; μ – коэффициент сопротивления амортизатора, Нс/м; c – жёсткость подвески, Н/м; $q(t)$ – возмущение от дорожного покрытия.

Для исследования влияния процесса износа амортизатора будем рассматривать силу его сопротивления как функцию двух переменных, при этом рассмотрим два варианта зависимости силы сопротивления от параметров износа

$$P = f(V, k), \quad (2)$$

$$P = f(V, k_1), \quad (3)$$

где P – усилия на штоке амортизатора, Н; V – скорость перемещения поршня, $\frac{m}{c}$; k – коэффициент учитывающий степень износа пружины клапана отбоя; k_1 – коэффициент учитывающий степень износа поршневого кольца.

Коэффициенты k и k_1 определяем экспериментально на стенде. Для этого варьируем усилие затяжки гайки клапана отбоя (2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 и 30,0 Нм) и износ поршневого кольца (0,45; 1,00; и 1,5 мм), создаваемый искусственно. Износ поршневого кольца и ослабления затяжки пружины клапанной гайки является монотонным и не визуализируемым изменением параметра технического состояния, а следовательно, трудно выявляемым.

Результаты эксперимента представим в виде значений коэффициента сопротивления амортизатора в зависимости от скорости перемещения поршня для $k=2.5$, $k_1=1.5$.

Решить уравнение (1) с различными, зависящими от скорости поршня и износа элементов амортизатора значениями μ , представляется возможным с помощью численного метода Рунге–Кутты. Найденные значения ускорений подрессоренной массы и значения ускорений неподдресоренных масс используются для построения корреляционной функции $R_x(\tau)$ [7].

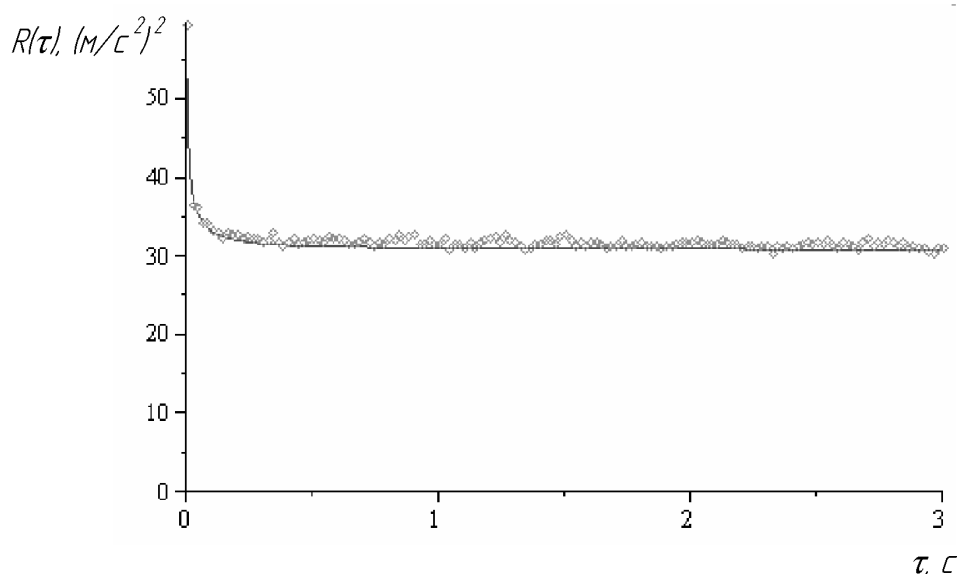


Рисунок 1 – Аппроксимация корреляционной функции

Определение спектральной плотности будем производить по корреляционной функции $R_x(\tau)$

$$S_x(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_x(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau = 2 \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos(\omega\tau) d\tau, \quad (4)$$

где $\tau = t_1 - t_2$; t_1, t_2 – границы временного интервала [8].

Критерий определения технического состояния амортизаторов заложен в калибровочных таблицах, загруженных в программу микроконтроллера. Указанные таблицы позволяют сравнить теоретические и действительные значения спектральной плотности вертикальных ускорений поддресоренной массы при различных спектральных плотностях вертикальных ускорений неподдресоренной массы, которые обусловлены скоростью движения автомобиля и типами дорожных покрытий.

Выводы. Предложенная система мониторинга позволяет осуществлять непрерывный контроль технического состояния автомобильных амортизаторов, обеспечив тем самым предотвращение критического износа элементов амортизатора и повышение безопасности и комфортности движения автомобиля.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навч. посібник./В.П. Волков. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 292с.
2. Мирзоев Г.К. Оценка демпфирующих и виброизолирующих способностей подвески по результатам дорожных испытаний автомобиля/ Г.К. Мирзоев, А.В. Ермолин, Д.С. Храпов. – ОАО «АВТОВАЗ», ТГУ, 2004. – С. 34 – 39.
3. Akopjan R., Theoretical and operational problems of buses and their prime movies/ R. Akopjan, K. Lejda. – Lvov: Meta, 2002. – 450p.
4. Akopjan R. Some problems of theory, constructions exploitation of automotive transport facilities. / R. Akopjan, K. Lejda. – Lvov: “BMC”, 2006. – 579p.
5. Акопян Р.А. Віброзахист автотранспортних засобів// Р.А. Акопян, С.І. Давидок. – Львів: НВП «Мета», 1988. – 304с.
6. Динамика системы дорога – шина – автомобиль – водитель // Под ред. А. А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.
7. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем/ Н.Н. Иващенко. – М.: Машиностроение, 1973. – 606 с.
8. Огрызков С.В. Совместные колебания подвески и кузова автомобиля / С.В. Огрызков, А.А. Ветрогон, А.А. Крячков // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – Луганськ, 2011. – Вып. 7 (125). – С. 131 – 134.

Поступила в редакцию 09.01.2014 г.

Остренко О.Г., Огрызков С.В. Контроль технічного стану амортизаторів автомобіля в процесі руху

Викладено підхід до здійснення моніторингу технічного стану автомобільних амортизаторів, що дозволяє оперативно оцінити їх придатність до подальшої експлуатації за неузгодженості спектральної щільності вертикальних прискорень підресорених мас.

Ключові слова: автомобільний амортизатор, моніторинг, плавність ходу, спектральна щільність.

Ostrenko A.G., Ogryzkov S. V. Monitoring the technical condition shock car in the movement

An approach to monitoring the technical condition of automobile shock absorbers, allowing quickly assess their suitability for further use by the mismatch of the spectral density of vertical accelerations of the sprung mass.

Keywords: automobile shock absorber, monitoring, smooth operation, the spectral density.