

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*

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ АВТОМОБИЛЯ**

*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.** В результате длительного воздействия колебаний кузова, возникающих при движении автомобиля, у пассажиров и водителя появляется головокружение и другие нежелательные ощущения, что наносит ущерб здоровью, а также снижает производительность труда водителя. Колебания кузова отражаются также на сохранности перевозимого груза и долговечности автомобиля. 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.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работах [2, 3, 4, 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 в процессе эксплуатации.

**Постановка задачи.** В связи с вышеизложенным, особый интерес представляет задача разработки системы мониторинга автомобильных амортизаторов, 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.

Первая группа датчиков закрепляется на рычагах подвески, связанных с неподрессоренными массами автомобиля, а вторая группа – 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.

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;  $\mu$  – 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

$$P = f(V, k), \tag{2}$$

$$P = f(V, k_1), \tag{3}$$

где  $P$  – усилия на штоке амортизатора, Н;  $V$  – скорость перемещения поршня, м/с;  $k$  – 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 Н·м) и износ поршневого кольца (0,45; 1,00; и 1,5 мм), создаваемый искусственно.

Результаты эксперимента представим в виде значений коэффициента сопротивления амортизатора в зависимости от скорости перемещения поршня для  $k = 2,5$ ,  $k_1 = 1,5$  (рисунок 1).

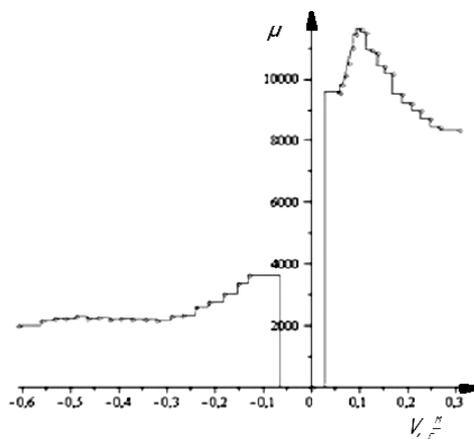


Рисунок 1 – Сплайн-интерполяция значений  $\mu$  в зависимости от  $V$

Решить уравнение (1) с различными, зависящими от скорости поршня и износа элементов амортизатора значениями  $\mu$ , 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].

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

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

где  $\tau = t_1 - t_2$ ;  $t_1, t_2$  – границы временного интервала (рисунок 2) [8].

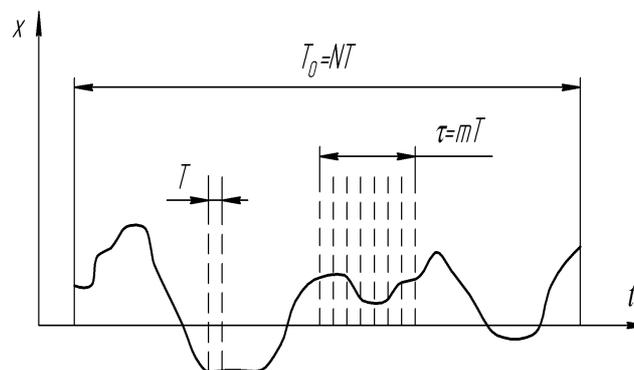


Рисунок 2 – Пример обработки осциллограммы

На рисунках 3 и 4 показаны спектральные плотности ускорений поддресоренной массы автомобиля при движении по дороге с грунтовым покрытием на скорости 40 км/ч.

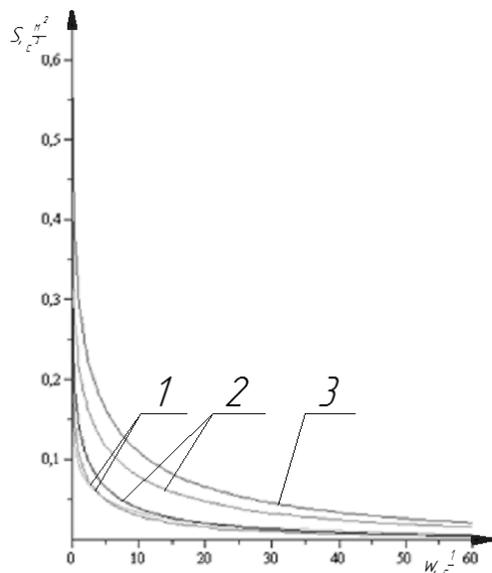


Рисунок 3 – Спектральная плотность вертикальных ускорений поддресоренных масс транспортного средства (различная степень износа клапанной пружины):

1 – при незначительном износе; 2, 3 – при среднем износе; 4, 5 – при значительном износе

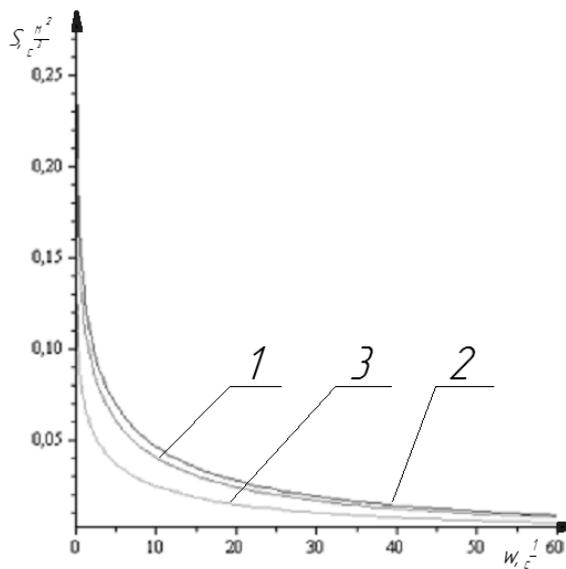


Рисунок 4 – Спектральная плотность вертикальных ускорений поддресоренных масс транспортного средства (различная степень износа поршневого кольца):

1 – при незначительном износе; 3 – при среднем износе; 4 – при значительном износе

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 позволяет оперативно производить мониторинг технического состояния автомобильных амортизаторов, обеспечив тем самым предотвращение критического износа элементов амортизатора и повышение безопасности и комфорта движения автомобиля.

#### **Библиографический список использованной литературы**

1. Волков В.П. Теория эксплуатационных vlastивостей автомобиля: навч. посібник / В.П. Волков. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
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. – 450 p.
4. Akopjan R. Some problems of theory, constructions exploitation of automotive transport facilities / R. Akopjan, K. Lejda. – Lvov: “BMC”, 2006. – 579 p.
5. Акоюян Р.А. Віброзахист автотранспортних засобів / Р.А. Акоюян, С.І. Давидок. – Львів: НВП «Мета», 1988. – 304 с.
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 СевНТУ. Машиноприладобудування та транспорт: сб. науч. тр. – Севастополь, 2011. – Вып. 122. – С. 167–172.

*Поступила в редакцію 11.06.2013 г.*

**Остренко О.Г., Огрызков С.В. Система моніторингу технічного стану амортизаторів автомобіля**

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 system technical state of shock car**

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.