

УДК 629.567.2

А.Г. Остренко, старший преподаватель*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053***МОНИТОРИНГ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АМОРТИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

Изложен подход к осуществлению мониторинга рабочих характеристик амортизаторов в процессе эксплуатации транспортного средства, позволяющий своевременно оценить пригодность гасителей колебаний к дальнейшей эксплуатации по изменениям показателей плавности хода.

Ключевые слова: автомобильный амортизатор, мониторинг, плавность хода.

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 течении всего жизненного цикла автомобиля [1].

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

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 в процессе эксплуатации.

Постановка задачи. В связи с вышеизложенным, особый интерес представляет задача разработки математической модели подвески автомобиля, учитывающей износ элементов амортизатора, позволяющей произвести мониторинг динамических характеристик гасителя колебаний в процессе эксплуатации транспортного средства.

Материалы и результаты исследования. Для оценки влияния износа деталей амортизатора будем рассматривать уравнение вынужденных колебаний одномассовой системы, т.к. именно одномассовая модель наиболее наглядно демонстрирует влияние изменения динамических характеристик амортизаторов на колебания кузова автомобиля при движении:

$$m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + la \frac{dy(t)}{dt} + cy(t) = h_0 \sin(wt) \quad (1)$$

где m – поддрессоренная масса, кг; $y(t)$ – перемещение поддрессоренной массы, м; la – коэффициент сопротивления амортизатора, Нс/м; c – жёсткость подвески, Н/м; h_0 – сила возмущающих колебаний, Н; w – частота возмущающих колебаний, с⁻¹, t – время.

Для исследования влияния процесса износа амортизатора будем рассматривать силу его сопротивления как функцию двух переменных:

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

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

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; 0,78; 1,00; 1,25 и 1,5 мм), создаваемый искусственно.

Результаты эксперимента представим в виде полиномов:

$$\alpha_i = \alpha_0 + \alpha_1 k_i + \alpha_2 k_i^2 + \alpha_3 k_i^3, \quad (4)$$

где $\alpha_i \dots \alpha_3$ – эмпирические коэффициенты.

Подставим полиномы (4) в (2), (3) и затем в уравнение (1), в результате получим следующие уравнения:

$$\begin{aligned} m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + (7117 - 2401k + 2304k^2 - 385,7k^3)V + \\ + (21879 - 24770k + 20840k^2 - 4232k^3)V^2 + \\ + (-2964 - 15207k + 10541k^2 - 2892k^3)V^3 + \\ + (-137833 + 168844k - 141909k^2 + 26601k^3)V^4 + \\ + (-161068 + 238609k - 195516k^2 + 37751k^3)V^5 + \\ + (187,0 + 239,4k - 250,1k^2 + 72,42k^3)V^6 + \\ + (7117 - 2401k + 2304k^2 - 385,7k^3)V^7 + cy(t) = h_0 \cdot \sin(\omega t); \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + (9096 - 486,3k_1 - 590,9k_1^2)V + \\ + (23721 - 718k_1 - 1465k_1^2)V^2 + \\ + (-3673 - 56514k_1 + 35381k_1^2)V^3 + \\ + (15399 - 613109k_1 + 512216k_1^2 - 109365k_1^3)V^4 + \\ + (-34766 - 375888k_1 + 211289k_1^2)V^5 + \\ + (103,6 + 142,2k_1 - 88,43k_1^2)V^6 + \\ + (9096 - 486,3k_1 - 590,9k_1^2)V^7 + cy(t) = h_0 \cdot \sin(\omega t). \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнение (5) позволяет оценить влияния износа пружины клапана отбоя, а уравнение (6) – износа поршневого кольца на плавность хода транспортного средства.

Решить данные уравнения представляется возможным с помощью численного метода Рунге–Кутты. Решение представим в виде графика $y(t)$ перемещения поддресоренных масс в течение времени, рисунки 1 и 2.

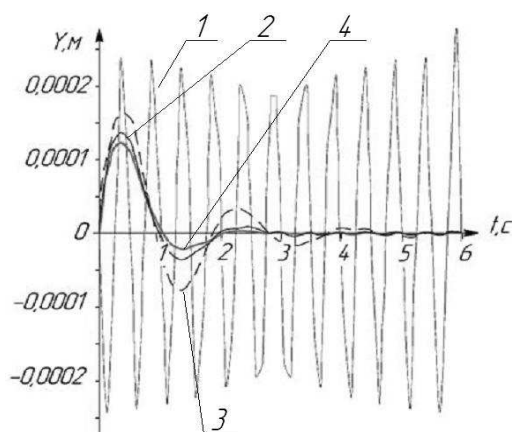


Рисунок 1 – Вынужденные колебания масс транспортного средства (различная степень износа поршневого кольца): 1 – колебания неподдресоренных масс; 2 – колебания поддресоренных масс, при значительном износе; 3 – колебания поддресоренных масс, при среднем износе; 4 – колебания поддресоренных масс, при значительном износе

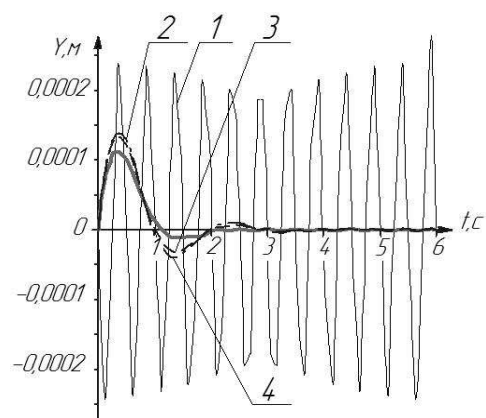


Рисунок 2 – Свободные затухающие колебания поддресоренных масс транспортного средства (различная степень износа клапанной пружины): 1 – колебания неподдресоренных масс; 2 – колебания поддресоренных масс, при значительном износе; 3 – колебания поддресоренных масс, при среднем износе; 4 – колебания поддресоренных масс, при значительном износе

Выводы. Таким образом, в течение жизненного цикла автомобиля появляется возможность проводить мониторинг эксплуатационных свойств автомобильных амортизаторов и оценивать влияние этих свойств на плавность хода транспортного средства.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку критерия диагностирования технического состояния амортизатора во время движения транспортного средства.

Библиографический список использованной литературы

1. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: 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 movers / 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. Акопян Р.А. Віброзахист автотранспортних засобів / Р.А. Акопян, С.І. Давидок. – Львів: НВП «Мета», 1988. – 304 с.

Поступила в редакцию 28.06.2012 г.

Остренко О.Г. Моніторинг робочих характеристик амортизаторів у процесі експлуатації транспортного засобу

Викладено підхід до здійснення моніторингу робочих характеристик амортизаторів в процесі експлуатації транспортного засобу, що дозволяє своєчасно оцінити придатність гасителів коливань до подальшої експлуатації щодо змін показників плавності ходу.

Ключові слова: автомобільний амортизатор, моніторинг, плавність ходу.

Ostrenko A.G. Monitoring the performance of shock absorbers in the operation of the vehicle

The approach to monitoring the performance of shock during operation of the vehicle, allowing time to assess the suitability of vibration absorbers for further use of indicators of changes in smooth progress.

Keywords: car shock absorber, monitoring, smooth ride.