

УДК 629.331.017

С.В. Огрызков, ст. преподаватель

Севастопольский национальный технический университет

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

E-mail: auto@sevgtu.sebastopol.ua

ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛАВНОСТИ ХОДА АВТОМОБИЛЯ

Разработан алгоритм экстремальной системы регулирования плавностью хода автомобиля. Проведено моделирование работы системы для двухмассовой модели автомобиля.

Ключевые слова: подвеска автомобиля, колебания, плавность хода.

Постановка проблемы. От конструкции и рабочих характеристик подвески автомобиля зависят управляемость, устойчивость, плавность хода и другие свойства автомобиля, определяющие его безопасность, комфортность, надежность и экономичность. Учесть разносторонние требования позволяют только регулируемые подвески, задача которых – адаптация параметров подвески к дорожным условиям.

Недостаток оптимальных систем управления необходимость точного описания объекта управления. Для автомобиля такой подход дает большие погрешности [1], так как необходимо определять массу автомобиля, которая зависит от числа пассажиров, заполнения топливного бака и грузового отсека. Разрабатываемая система управления плавностью хода содержит экстремальный регулятор, который осуществляет пошаговый выход к точке экстремума – минимуму критерия плавности хода.

Анализ публикаций. Исследования в области систем управления плавностью хода автомобилей рассмотрены в работах [1–3]. Критерии определения оптимального сопротивления амортизатора с точки зрения плавности хода и безопасности движения рассмотрены в монографии [3].

Цель исследования. Целью исследования является разработка алгоритма работы экстремальной системы управления подвеской автомобиля.

Результаты исследования. Рассмотрим колебания одного колеса автомобиля с независимой подвеской, содержащей регулируемый амортизатор и датчики ускорений (рисунок 1).

На рисунке 1 показаны m_1, m_2 – неподдресоренная и поддресоренные массы; u_{z1}, u_{z2} – вертикальные перемещения неподдресоренной и поддресоренной массы; c_1, c_2 – жесткость колеса и упругого элемента подвески соответственно; μ_1, μ_2 – коэффициенты сопротивления колеса и демпфирующего элемента подвески; $q = q(t)$ – возмущение от дорожного покрытия; ДУ1, ДУ2 – датчики ускорения неподдресоренных и поддресоренных масс.

В качестве критерия плавности хода f принимаем среднеквадратичное ускорение поддресоренных масс, определяемое системой управления как

$$f = M_i \{ \ddot{u}_{z2}^2(\mu_{2i}) \} = \frac{\sum_{i=0}^N u_{z2i}^2}{N}; \quad (1)$$

где u_{z2i} – показания датчика ускорений поддресоренных масс ДУ2;

N – количество показаний датчика за время цикла наблюдения.

Экспериментальные исследования [3, 4] показали, что дороги состоят из больших участков с постоянными статистическими характеристиками. Ускорения колебаний кузова автомобиля показаны на рисунке 2.

После проведенного анализа способов организации движения к экстремуму была выбрана комбинация двух методов: на начальной стадии – метод наискорейшего спуска, на участке подхода к экстремуму – метода градиента [5].

Система работает следующим образом. По показаниям датчика ускорения поддресоренных масс с дискретностью $st = 0,02 \dots 0,05$ с рассчитывается среднеквадратичное ускорение по формуле (1). Время наблюдения определяется системой в зависимости от колебаний поддресоренных масс.

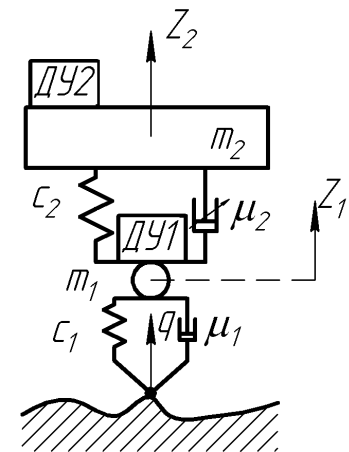


Рисунок 1 – Двухмассовая модель подвески автомобиля



Рисунок 2 – Ускорения колебаний кузова автомобиля на различных дорожных покрытиях

После того как вычисление среднеквадратичного ускорения достигает заданной точности вычисление по формуле (1) останавливается и рассчитывается величина приращения среднеквадратичного ускорения за цикл

$$\Delta M_i = M_i \{ \ddot{u}_{Z2}^2(\mu_{2i}) \} - M_{i-1} \{ \ddot{u}_{Z2}^2(\mu_{2i}) \}. \quad (2)$$

На первом этапе значение сопротивления для следующего цикла рассчитывается по формуле

$$\mu_{2i+1} = \mu_{2i} + k_{i+1} \cdot t_{i+1} \cdot \nabla M_i, \quad (3)$$

где k_{i+1} – коэффициент определяющий знак поправки; t_{i+1} – шаг итерации; $\nabla M_i = \Delta M_i / (N \cdot st)$ – значение градиента функции среднеквадратичного ускорения в текущей точке.

Коэффициент k может принимать значения +1, -1:

$$k_{i+1} = \begin{cases} k_i, & \text{при } \Delta M_i \leq -\delta; \\ -k_i, & \text{при } \Delta M_i \geq \delta, \end{cases} \quad (4)$$

где δ – точность определения экстремума.

Величина шага итерации определяется следующим образом:

$$t_{i+1} = \begin{cases} 2t_i, & \text{при } \Delta M_i \leq -\delta; \\ \frac{1}{2}t_i, & \text{при } \Delta M_i \geq \delta; \\ 1, & \text{при } -\delta < \Delta M_i < \delta. \end{cases} \quad (5)$$

При достижении величины $\nabla M \{ \ddot{u}_{Z2}^2(\mu_{2i}) \}$ заданного значения приближение будет проводится по методу градиента. При этом принимается $t_{i+1} = t_i$.

Для определения величины шага итерации используется скорость перемещения штока амортизатора которая будет определяться как интеграл разности показаний датчиков ускорений ДУ2 и ДУ1.

По полученным зависимостям было проведено математическое моделирование работы системы управления в системе Maple (рисунки 3, 4). Получены временные диаграммы изменения коэффициента сопротивления амортизатора, исследовано влияние различных возмущений от дороги на работу системы.

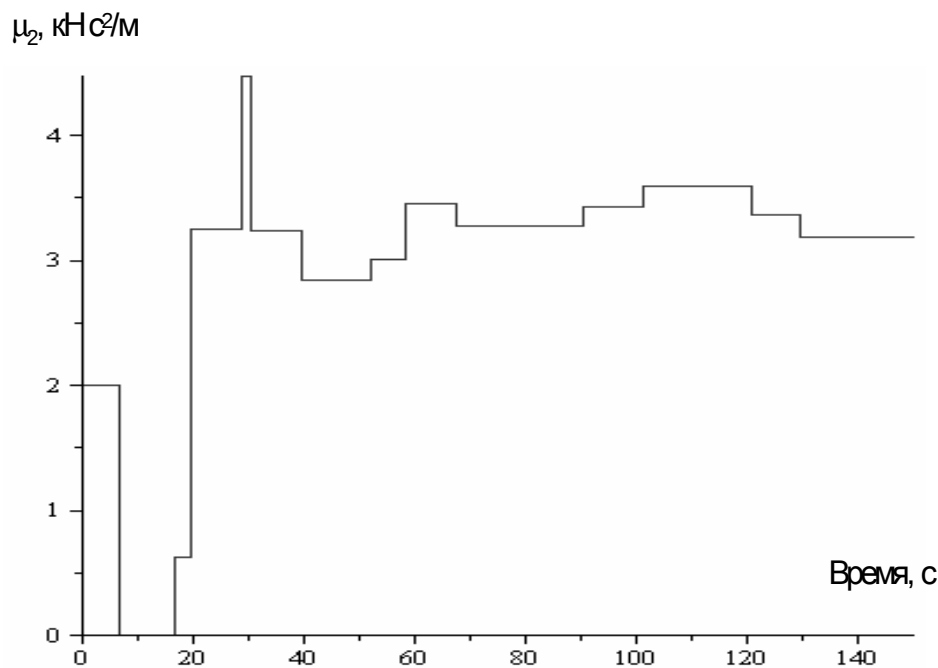


Рисунок 3 – Изменение сопротивления амортизатора

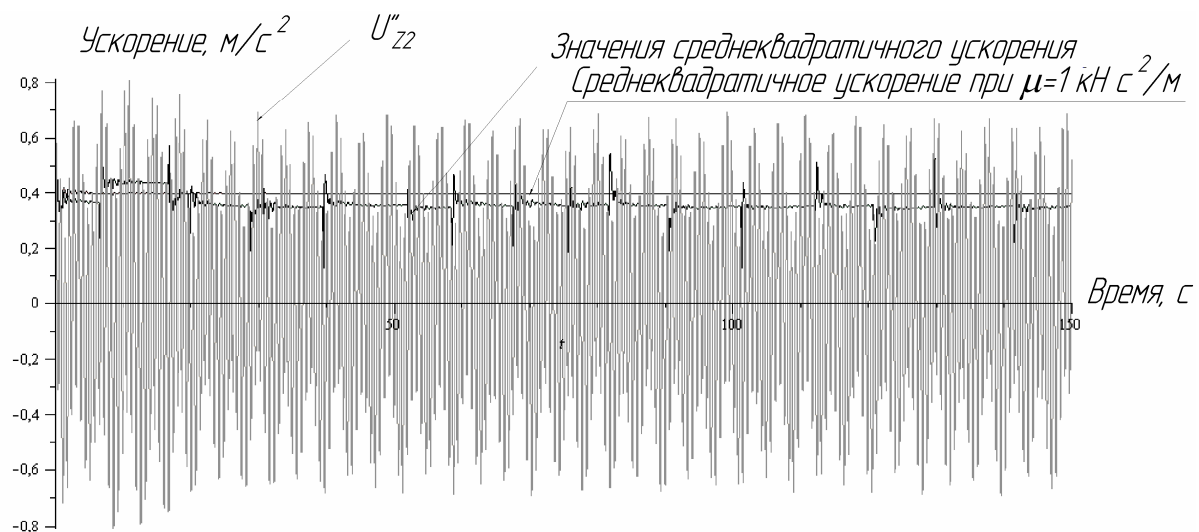


Рисунок 4 – Ускорения колебаний кузова автомобиля

Выводы. Экстремальная система регулирования подвески позволяет обеспечить оптимальные колебания кузова автомобиля при различном распределении масс автомобиля, скорости движения, качестве дорожного покрытия. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку схемы системы управления, исследования устойчивости системы.

Библиографический список использованной литературы

1. Жданов А.А. AdCAS – система автономного адаптивного управления активной подвеской автомобиля / А.А. Жданов, Д.Б. Липкевич // Труды Института системного программирования: Т. 7, Новые подходы в нейроноподобных и основанных на знаниях системах. — М.: ИСП РАН, 2004. — С. 119–159.
2. Белоусов Б.Н. Управляемые подвески автомобилей / Б.Н. Белоусов, И.В. Меркулов, И.В. Федотов // Автомобильная промышленность. — 2004. — № 1. — С. 23–24.

3. Динамика системы дорога – шина – автомобиль – водитель // Под ред. А.А. Хачатурова. — М.: Машиностроение, 1976. — 535 с.

4. Огрызков С.В. Совместные колебания подвески и кузова автомобиля / С.В. Огрызков, А.А. Ветрогон, А.А. Крячков // Вісник СевНТУ. Серія: Машиноприладобудування та транспорт: зб. наук. пр. — Севастополь, 2011. — Вип. 122. — С. 167–172.

5. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем / Н.Н. Иващенко. — М.: Машиностроение, 1973. — 606 с.

Поступила в редакцию 14.06.2012 г.

Огрызков С. В. Екстремальна система регулювання плавності ходу автомобіля

Розроблений алгоритм екстремальної системи регулювання плавністю ходу автомобіля. Проведене моделювання роботи системи для двохмасової моделі автомобіля.

Ключові слова: підвіска автомобіля, коливання, плавність ходу.

Ogryzkov S. V. Extreme system of adjusting of smoothness of motion of car

The algorithm of the extreme system of regulation by the smoothness of motion of car is developed. The design of work of the system for the two-mass model of car is made.

Keywords: pendant of car, oscillation, ride softness.