

В качестве примера найдем решение (3) для двухмассовой модели подвески автомобиля, которая может быть описана системой дифференциальных уравнений [3], учитывающих поддрессоренную и неподдрессоренную составляющие подвески, приходящиеся на одно колесо, с учетом нелинейности амортизатора

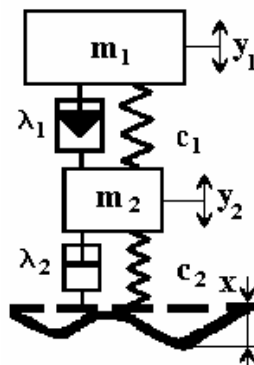


Рисунок 1 – Кинематическая схема подвески

На рисунке 1 изображена кинематическая схема подвески автомобиля, состоящая из поддрессоренной и неподдрессоренной составляющих, где m_1 – масса поддрессоренных частей (кг), m_2 – масса неподдрессоренных частей (кг), λ_1 – сопротивление амортизаторов (Нс/м), λ_2 – затухание в шинах (Нс/м), c_1 – жесткость рессор (Н/м), c_2 – жесткость шин (Н/м).

Дифференциальное уравнение в нормализованной форме, описывающее представленную динамическую систему, можно записать [3] в виде

$$\begin{cases} y_1'' + (y_1' - y_2') \frac{\lambda_1}{m_1} + (y_1 - y_2) \frac{c_1}{m_1} = 0; \\ y_2'' + (y_2' - y_1') \frac{\lambda_1}{m_2} + (y_2 - y_1) \frac{c_1}{m_2} + (y_2' - x') \frac{\lambda_2}{m_2} + (y_2 - x) \frac{c_2}{m_2} = 0. \end{cases}$$

Для удобства дальнейших рассуждений введем обозначения: $h_0 = \lambda_1 / m_1$; $h_1 = \lambda_1 / m_2$; $h_2 = \lambda_2 / m_2$; $\omega_0^2 = c_1 / m_1$; $\omega_1^2 = c_1 / m_2$; $\omega_2^2 = c_2 / m_2$. В соответствии с условием примера сопротивление амортизатора является нелинейной функцией вида $\lambda_1 = \lambda \cdot f$, где $f = 1 + \mu |y'|$.

Система уравнений с учетом введенных обозначений имеет следующий вид
реакция колеса

$$y_{21}(i) = y_{21}(i-1) + (f(Y_1(i-1) - Y_2(i-1))h_1 + (x(i) - Y_2(i-1))h_2)h;$$

$$y_{22}(i) = y_{22}(i-1) + (\omega_2^2(x(i) - Y_2(i-1)) + (Y_1(i-1) - Y_2(i-1))\omega_1^2)h;$$

$$y_{23}(i) = y_{23}(i-1) + h \cdot y_{22}(i);$$

$$Y_2(i) = y_{21}(i) + y_{23}(i);$$

реакция кузова

$$y_{11}(i) = y_{11}(i-1) + f \cdot h_1(Y_2(i) - Y_1(i-1))h;$$

$$y_{12}(i) = y_{12}(i-1) + \omega_0^2(Y_2(i) - Y_1(i-1))h;$$

$$y_{13}(i) = y_{13}(i-1) + h \cdot y_{12}(i);$$

$$Y_1(i) = y_{11}(i) + y_{13}(i);$$

реакция амортизатора

$$f(i) = 1 + \mu \cdot |Y_1(i) - Y_1(i-1)|/h.$$

Функциональная схема модели подвески изображена на рисунке 2, где разделены модели поддрессоренной части (кузов) и неподдрессоренной части (колесо) в соответствии с кинематической схемой подвески (рисунок 1). В состав модели включена нелинейность, учитывающая реакцию амортизатора.

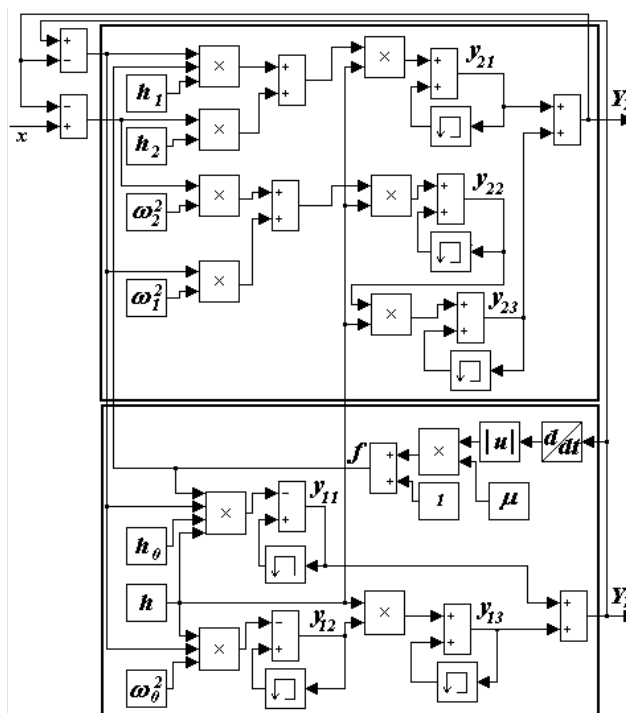


Рисунок 2 – Функциональная схема

На рисунке 3 изображены кривые изменения перерегулирования: $\delta_1(\mu)$ – подрессоренной и $\delta_2(\mu)$ – непрессоренной составляющих подвески автомобиля с параметрами $k_g=0,7$ – коэффициент загрузки; $m_g=300$ кг – грузоподъемность; $m_a=950$ кг – масса автомобиля; $\Delta=0,169$ м – осадка под нагрузкой; $\lambda=413$ Нс/м; $\mu=0,22$; $c_1=m_1/\Delta=4354$ Н/м; $c_2=52242$ Н/м; $\lambda_2=51$ Нс/м; $m_1=(m_a+k_g m_g)/4=290$ кг; $m_2=31$ кг.

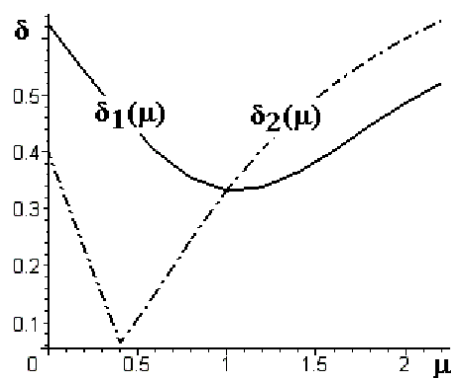


Рисунок 3 – Функции перерегулирования

Функции перерегулирования, отражающие динамику процесса демпфирования амортизатора, для принятых параметров подвески и указанных значений характеристик автомобиля изображены на рисунке 3, который позволяет оценить оптимальное значение параметра μ амортизатора.

Перспективы дальнейших исследований состоят в разработке методики анализа эффективности амортизаторов в зависимости от конструктивных особенностей подвески транспортного средства.

Библиографический список

1. Рекурсивные фильтры на микропроцессорах /А.Г. Остапенко, А.Б. Сушков, В.В. Бутенко и др.; Под ред. А.Г. Остапенко. — М.: Радио и связь, 1988. — 128 с.
2. Хемминг Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг; Под ред. О.А. Потапова. — М.: Недра, 1987. — 245 с.
3. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). [В 2-х Ч]. Ч.1/ Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. — Харьков: Изд-во ХГАДТУ. — 1998. — 255 с.

Поступила в редакцию 13. 02. 2007 г.