

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Ромадин К.С.

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, 423810, г. Набережные Челны, пр. Мира, д.68/19

e-mail: lsnezhokl@gmail.com

поступила в редакцию 11 декабря 2014 года

Аннотация

В статье представлено исследование и разработка компьютерной модели упругих колебаний подвески автомобиля. В результате была разработана математическая модель затухающих упругих колебаний подвески двухосного автомобиля в виде системы дифференциальных уравнений, позволяющая исследовать вибрационные характеристики подвески автомобиля. Для реализации использовалась система имитационного моделирования Simulink.

Ключевые слова: подвеска автомобиля, поддресоренная и не поддресоренная масса, свободные колебания подвески, амортизатор.

Введение. Данная работа посвящена разработке и анализу компьютерной модели упругих колебаний подвески автомобиля.

Колебания, вызываемые неровным профилем опорной поверхности, оказывают значительное влияние на режим движения автомобиля, выбор водителем скорости движения, и, в конечном итоге, на производительность транспортного средства. Улучшение комфортабельности автомобиля, путем снижения уровня вибрации поддресоренной части уменьшает утомляемость водителя, увеличивает срок службы агрегатов и, тем самым, повышает безопасность дорожного движения. Поэтому совершенствование конструкции подвески автомобиля всегда было и будет.

Основная часть. Подвеска автомобиля предназначена для обеспечения упругой связи между колесами и кузовом автомобиля за счет восприятия действующих сил и гашения колебаний.

Рассмотрим легковой или грузовой автомобиль, массы не более 5 тонн. Погодные условия нормальные. Пусть взаимное влияние поддресоренных масс автомобиля не велико, т.е. коэффициент распределения поддресоренных масс примерно равен единице. Исходя из этого предположения, будет рассматриваться только одна из подвесок, не обращая внимания на влияние другой.

Движения автомобиля рассматривается как равномерное; дорожное покрытие – неровное.

Необходимо создать математическую модель упругих колебаний для подвески двухосного автомобиля, затем перенести данную математическую модель в среду имитационного моделирования Simulink, тем самым создав компьютерную модель.

Далее необходимо будет провести серию численных экспериментов, промоделировав колебания в подвеске автомобиля при движении по неровной дороге с различными параметрами поверхности.

В качестве среды разработки компьютерной модели была выбрана среда имитационного моделирования Simulink, являющаяся частью системы компьютерной математики MatLab. Соответствующие математические вычисления были выполнены при помощи системы MatLab.

Среда Simulink была выбрана из таких критериев как:

- Популярность;
- Широкий набор возможностей для анализа и синтеза математических моделей;

Рассмотрим автомобиль, у которого взаимное влияние поддресоренных масс не велико, т.е. $\varepsilon_y \approx 1$. Тогда можно рассматривать только одну из подвесок, не обращая внимания на влияние другой (рисунок 1):

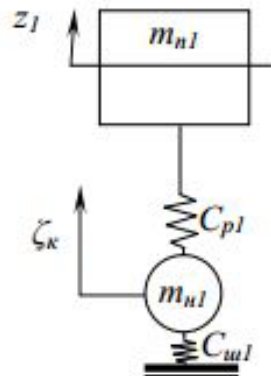


Рисунок 1. – Упрощенная схема взаимного расположения поддресоренной и неподдресоренной масс.

Уравнения движения поддресоренной и неподдресоренной масс запишем в каноническом виде:

$$\begin{cases} z'' + \omega_0^2 \cdot z - \omega_0^2 \cdot \zeta = 0 \\ \zeta'' - \omega_n^2 \cdot \zeta + \omega_k^2 \cdot z = 0 \end{cases}$$

где:

$\omega_0 = \sqrt{\frac{C_{p1}}{m_{n1}}}$ – парциальная частота поддресоренной массы (колесо жестко прикреплено к

полу – шина в колебаниях не участвует);

$\omega_n = \sqrt{\frac{C_{p1} + C_{u1}}{m_{n1}}}$ – парциальная частота неподдресоренной массы (подвески), т.е. при

зафиксированном от колебаний кузове автомобиля;

$\omega_k = \sqrt{\frac{C_{p1}}{m_{n1}}}$ – парциальная частота неподдресоренной массы ($C_{u1} \rightarrow 0$).

Получили математическую модель колебания подвески без амортизатора.

Следует заметить, что жесткость шин значительно больше жесткости упругого элемента (рессоры): $C_{u1}/C_p = 4...20$. Большие цифры соответствуют автомобилям с очень мягкой подвеской (представительские авто).

Подвеска реального автомобиля (как колебательная система) имеет упругий элемент (рессору, пружину) и целый ряд демпферов (трение во втулках сайлентблоков, между листами рессоры, внутреннее трение (нагрев) шин и т.д.) [4]. Поэтому колебания подвески даже без амортизатора являются затухающими. Однако рассеяние энергии в амортизаторе существенно больше, поэтому будем учитывать только его.

По-прежнему рассматриваем автомобиль, у которого взаимное влияние поддресоренных масс не велико, т.е. $\varepsilon_y \approx 1$, что позволяет рассматривать только одну из подвесок, не обращая внимания на влияние другой. Тогда движение поддресоренной массы опишем уравнением:

$$\begin{cases} z = (c_1 \cdot \cos(\omega \cdot t) + c_2 \cdot \sin(\omega \cdot t)) \cdot e^{-0.5 \cdot h_0 \cdot t} \\ \zeta = (c_1' \cdot \cos(\omega_k' \cdot t) + c_2' \cdot \sin(\omega_k' \cdot t)) \cdot e^{-0.5 \cdot h_k \cdot t} \end{cases}$$

где $\omega = 0.5 \cdot \sqrt{4 \cdot \omega_0^2 - h_0^2} = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - \psi_0^2}$ – частота колебаний подрессоренной массы с учетом затухания; $\psi_0 = \frac{h_0}{2 \cdot \omega_0}$ – относительный коэффициент затухания колебаний подрессоренной массы; ω_k и ψ_k – то же для неподрессоренной массы.

Константы c_1 , c_2 , c_1' и c_2' зависят от начальных условий.

Из полученной ранее математической модели затухающих колебаний подвески автомобиля была разработана соответствующая компьютерная модель, при помощи среды имитационного моделирования Simulink:

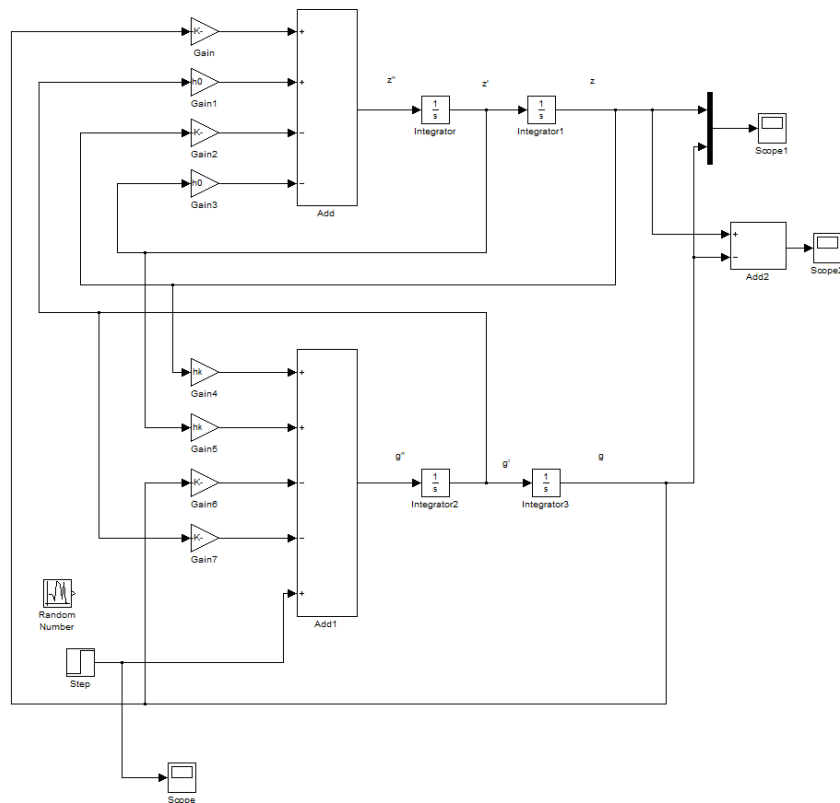


Рисунок 2. – Компьютерная модель системы.

Разработанная компьютерная модель позволяет имитировать наезд колеса автомобиля на неровность при равномерном движении, а также получить колебания подвески, в частности, подрессоренной и неподрессоренных масс, и присущие им характеристики в результате подачи данного воздействия на систему.

В ходе тестирования были рассмотрены реакции системы на различные входные сигналы при заданных параметрах. В заключении этой части работы можно сделать вывод, что на амплитуду и длительность колебаний подвески автомобиля влияют коэффициент неупругого сопротивления подвески k , а также жесткость шины Csh . При уменьшении коэффициента неупругого сопротивления подвески колебания затухают медленнее, а из-за уменьшения значения жесткости шины автомобиль начинает сильнее тряссти.

Заключение. В ходе данной работы изучены основные понятия теории автомобиля. Также закреплены знания по теории автоматического управления. Разработана математическая модель затухающих упругих колебаний подвески двухосного автомобиля в виде системы дифференциальных уравнений, позволяющая исследовать вибрационные характеристики подвески автомобиля. Данная математическая модель была перенесена в компьютерную модель, в систему имитационного моделирования Simulink. В свою очередь, модель в Simulink'e позволила провести полный анализ колебаний подвески автомобиля при

наезде колес на неровности и сделать выводы об изменении колебаний в зависимости от вида неровности и используемых характеристик автомобиля.

Благодарность. Выражаю особую благодарность нашему преподавателю – кандидату технических наук, доценту кафедры системного анализа и информатики Набережночелнинского института КФУ, Демьянову Дмитрию Николаевичу за помощь в подготовке данной статьи.

Список литературы

- 1) Международный стандарт ИСО 2631-78. Вибрация, передаваемая человеческому телу. Руководство по оценке воздействия на человека. М., 1978. 28 с.
- 2) ГОСТ 12.1.012-90 С.С.Б. Вибрация. Общие требования безопасности. М.,1990. 31 с.
- 3) Успенский И.Н., Мельников А.А. Проектирование подвески автомобиля. М.: Машиностроение, 1976. 168 с.
- 4) Ревин А.А., Алонсо В.Ф. Автомобиль с АБС: Прочностной расчет элементов подвески //Автомобильная промышленность. М. 2007. С.19-20.
- 5) Кравец В.Н., Горынин Е.В. Законодательные и потребительские требования к автомобилям. Нижний Новгород: НГТУ, 2002. 400 с.
- 6) Кравец В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие. Нижний Новгород: НГТУ, 2007. 368 с.
- 7) Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 478 с.
- 8) Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1981. 704 с.
- 9) Хусаинов А.Ш., Селифонов В.В. Теория автомобиля. Конспект лекций. Ульяновск: УлГТУ, 2008. 121 с.
- 10) Черных И.В. Simulink. Среда создания инженерных приложений. М.: Диалог-МИФИ, 2004. 491 с.