

УДК 629.113

**Л.А. Черепанов, Н.С. Соломатин, М.А. Литошин, Е.Н. Кучин**  
**СТЕНДЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВЫХ**  
**АВТОМОБИЛЕЙ И ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ:**  
**МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Тольяттинский государственный университет*

Представлены описания двух стендов: для снятия характеристик амортизаторов подвески автомобилей и для определения моментов инерции модели автомобиля. Приведена методика по определению моментов инерции модели автомобиля вокруг поперечной, продольной и вертикальной осей.

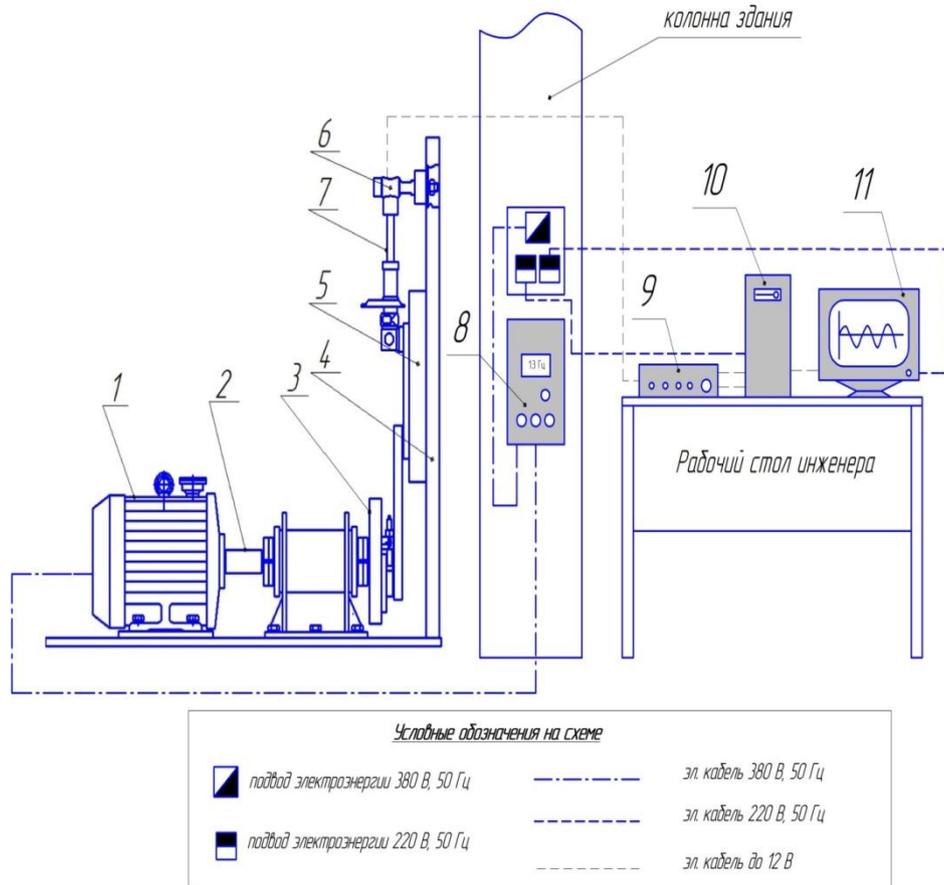
**Ключевые слова:** стенд, подвеска, испытание, амортизатор, автомобиль, момент инерции.

### **1. Стенд для испытаний амортизаторов подвески легковых автомобилей**

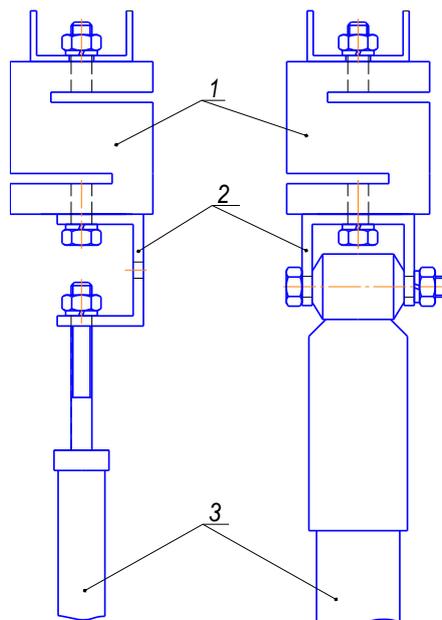
Снижению уровня вертикальных колебаний кузова и колес автомобилей (улучшению плавности хода и устойчивости движения) постоянно уделяется большое внимание. При проектировании автомобилей сначала моделируется процесс их движения в различных дорожных условиях, с различными скоростями и нагрузками, затем результаты расчетов проверяются испытаниями автомобилей на соответствующих стендах, в дорожных условиях. Для математического моделирования необходимы параметры упругих и гасящих устройств подвески, к которым относятся и характеристики амортизаторов. Описываемый стенд разработан и создан на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета, он позволяет определить коэффициенты сопротивления амортизаторов на ходах отдачи и сжатия из полученных характеристик, которые затем используются в математических моделях автомобилей для исследования плавности хода и устойчивости движения.

Схема стенда для испытаний амортизаторов автомобилей показана на рис. 1. Стенд для испытаний амортизаторов автомобилей представляет собой следующее: на раме 4 установлен электродвигатель 1 мощностью пять киловатт, передающий крутящий момент на промежуточный вал 2, на котором закреплен маховик 3. Крутящий момент с помощью кривошипно-шатунного механизма (КШМ) преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна,двигающегося по направляющей 5. Шток испытуемого амортизатора 7 крепится к датчику силы тензометрического типа 6 через специальный переходник (рис. 2). Эксцентрик КШМ позволяет изменять величину эксцентриситета для обеспечения задания различных ходов амортизатора (рис. 3). На кривошипе расположено крепежное устройство амортизатора, обеспечивающее заданную фиксацию корпуса амортизатора 7.

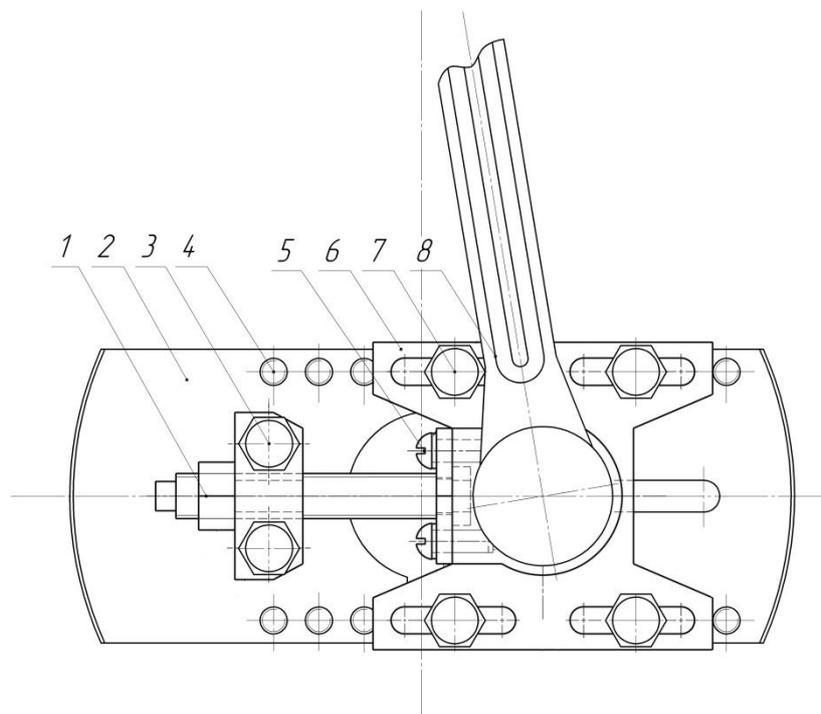
Кривошип связан с ползуном, совершающим возвратно-поступательные движения по направляющей 5, перемещает корпус амортизатора 7 вверх-вниз. Возникающая при этом сила сопротивления движению поршня амортизатора через шток передается на датчик тензометрического типа 6, регистрирующий возникающее усилие. Информация с датчика поступает через измерительный многоканальный усилитель (SPIDER-8) 9 к системному блоку ПК 10, а от системного блока ПК 10 данные выводятся на монитор ПК 11. Частота вращения электродвигателя 1 изменяется регулятором на пульте управления 8. Скорость перемещения поршня относительно стенок цилиндра рассчитывается по известным формулам теории кривошипно-шатунных механизмов. В целях безопасности все движущиеся и вращающиеся детали стенда закрыты специальным защитным сетчатым кожухом.



**Рис. 1.** Схема стенда для испытаний амортизаторов автомобилей



**Рис. 2.** Верхняя опора амортизатора:  
 1 – датчик силы тензометрического типа, 2 – скоба, 3 – испытуемый амортизатор



**Рис. 3. Устройство для регулировки хода штока амортизатора:**

*1 – контргайка ходового винта; 2 – маховик; 3 – болты крепления ходового винта; 4 – отверстия для крепления опоры кривошипа; 5 – винты; 6 – опора кривошипа; 7 – болты крепления опоры кривошипа к маховику; 8 – кривошип*

Стенд позволяет построить рабочие диаграммы амортизатора (представляющие собой зависимость силы сопротивления от хода поршня) на ходах поршня и частотах, обеспечивающих максимальные скорости поршня в пределах 0,08-1,0 м/с. По этим данным строится характеристика амортизатора, являющаяся зависимостью усилия сопротивления от скорости перемещения штока, которая служит исходным материалом для определения коэффициентов сопротивления амортизатора с закрытыми и открытыми клапанами отбоя или сжатия. Из параметров и характеристик амортизаторов, определяемых на стенде, рассчитываются коэффициенты сопротивления на ходах отдачи и сжатия, которые затем используются в математических моделях автомобилей для исследования плавности хода и устойчивости движения. Это позволит сократить время, необходимое для проектирования подвесок, отвечающих современным требованиям по безопасности движения и плавности хода.

## **2. Стенд для определения моментов инерции модели автомобиля**

При решении инженерных задач, связанных с проблемами продольных, поперечных и крутильных колебаний автомобиля важно знать моменты его инерции вокруг поперечной оси, продольной оси и вертикальной его оси. Из механики известно, что при ускоренном движении какого-либо тела появляется сила инерции, равная произведению массы тела на его ускорение.

При исследовании устойчивости движения автомобиля необходимо знать момент его инерции вокруг вертикальной оси  $J_z$  или вокруг продольной оси  $J_x$  автомобиля. Для определения характеристик продольных колебаний поддрессоренной массы автомобиля (галоупирование) необходимо знать момент инерции кузова относительно поперечной оси  $J_y$  автомобиля (рис. 4). Весом неподдрессоренных масс пренебрегаем и определяем моменты инерции модели автомобиля.

Для определения моментов инерции модели автомобиля создан универсальный стенд (рис. 5), позволяющий определить моменты инерции относительно всех его осей и который состоит из:

- рамы, выполненной в нижней части из стали, прямоугольного сечения; в боковой и верхней частях из стальной трубы.
- подвеса; позволяющего совершать как продольные, так и крутильные колебания площадки с установленной на ней моделью автомобиля. Для совершения крутильных колебаний необходимо разблокировать болт, расположенной по середине подвеса.
- площадки для установки модели автомобиля;
- узла крепления подвеса

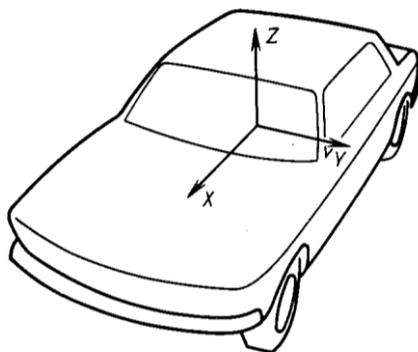


Рис. 4. Система координат с началом отсчета в центре масс автомобиля и направлением осей координат

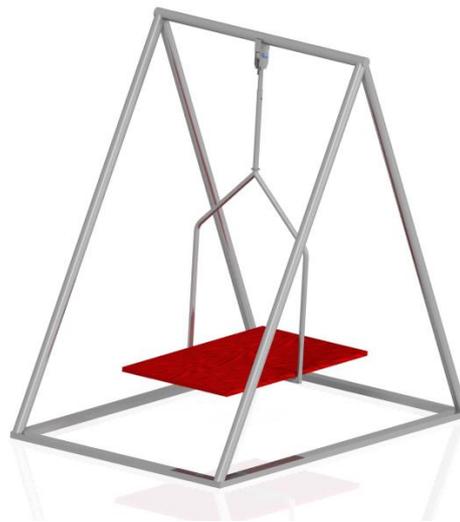


Рис. 5. Стенд для определения моментов инерции модели автомобиля

Принцип работы на стенде заключается в следующем: модель автомобиля устанавливается на площадке в положении, соответствующем определяемому моменту инерции. Для определения периода колебаний для соответствующего опыта, подвес с установленной на площадке моделью автомобиля отклоняют от нейтрального положения, при этом с помощью секундомера определяют время затухающих колебаний модели автомобиля с подвесом (число колебаний подсчитывается). По формулам, указанным ниже рассчитываются моменты инерции модели автомобиля. Период колебаний рассчитывается как частное от деления времени колебаний на их число.

Перед началом работы необходимо определить расположение центра масс модели автомобиля по его длине и высоте.

Сначала определяется момент инерции модели относительно его поперечной оси  $J_Y$ . Для этого модель устанавливается вдоль подвеса. Расположение центра масс модели по ее длине должно совпадать с осью подвеса. Путем отклонения подвеса с моделью от нейтрального положения создают их колебания, при этом с помощью секундомера определяют период колебаний модели автомобиля с подвесом. Период колебаний рассчитывается как частное от деления времени колебаний на их число.

Момент инерции модели с подвесом рассчитывается по формуле

$$J_Y^{\Pi} = T^2 (G_M - G_{\Pi}) R / 4\pi^2, \quad (1)$$

где  $T$  – период колебаний подвеса с моделью автомобиля, с;

$G_M$  – вес модели автомобиля, Н;

$G_{\Pi}$  – вес площадки, на которой устанавливается модель автомобиля, Н;

$R$  – расстояние от центра масс модели автомобиля до оси подвеса, м.

Момент инерции площадки рассчитывается по формуле

$$J_{\Pi} = T_1^2 G_{\Pi} R_1 / 4\pi^2, \quad (2)$$

где  $T_1$  – период колебаний площадки, с;  $R_1$  – расстояние от центра масс площадки до оси подвеса, м.

Момент инерции модели автомобиля без подвеса рассчитывается по формуле

$$J_Y = J_Y^{\Pi} - J_{\Pi} \quad (3)$$

Затем определяется момент инерции модели относительно его продольной оси. Для этого модель устанавливается поперек подвеса.

Далее определяется момент инерции модели относительно его вертикальной оси. Для этого модель устанавливается вдоль подвеса. У подвеса откручивается блокирующий болт, позволяющий создавать крутильные колебания подвеса. Путем отклонения подвеса с моделью от нейтрального положения создаются крутильные колебания. Затем определяется время затухающих колебаний модели автомобиля с подвесом (число колебаний подсчитывается). Период колебаний рассчитывается как частное от деления времени колебаний на их число.

Момент инерции  $J_Z$  модели автомобиля с подвесом рассчитывается по формуле

$$J_Z = J_{\text{э}} * T^2 / T_{\text{э}}^2, \quad (4)$$

где  $T$  - период колебаний подвеса с моделью автомобиля, с;

$J_{\text{э}}$  - момент инерции эталонного тела

$T_{\text{э}}$  - период колебаний эталонного тела, с;

Последовательность определения моментов инерции зависит от поставленной в работе задачи. Учитывая пропорциональную зависимость между массой автомобиля и моментом его инерции можно использовать результаты работы на стенде для предварительного расчета колебаний автомобиля.

Оба описанных стенда могут быть использованы в учебном процессе при изучении дисциплин «Теория автомобилей», «Испытания автомобилей».

### ***Библиографический список***

1. Лата, В.Н. Влияние гистерезисных потерь в системе поддресоривания автомобиля на параметры плавности хода при движении по дорогам с различным покрытием [Текст] / В.Н. Лата, С.В. Марков, И.В. Еремина // Журнал Автомобильных Инженеров. 2008. № 1(48). С. 42-44.
2. Лата, В.Н. Имитационное моделирование работы АБС на основе квазипространственной динамической модели автомобиля [Текст] / В.Н. Лата, Н.С.Соломатин, А.П. Окунев, А.В. Ермолин // Известия МГТУ «МАМИ». 2012. № 1 (13). С. 71-74.
3. Еремина, И.В. Влияние способа моделирования явления гистерезиса подвески на расчетные параметры колебаний легкового автомобиля [Текст] / И.В. Еремина. В.Н. Лата, С.В. Марков // Приоритеты развития отечественного автотракторостроения и подготовки инженерных и научных кадров. Международный научный симпозиум, посвященный 140-летию МГТУ «МАМИ». Материалы 49-й международной научно-технической конференции ААИ. – М.: МГТУ «МАМИ», 2005.