

ТРАНСПОРТ

УДК 629.113

Ю.А. Поляков, канд. техн. наук, доц., (495) 601-51-67, polyakovua@mail.ru
(Россия, Москва, НИТУ «МИСиС»)

ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕЧНОЙ УГЛОВОЙ ЖЕСТКОСТИ НЕЗАВИСИМЫХ ПОДВЕСОК ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ

Построена пространственная модель грузового автомобиля, позволившая получить характеристики поперечной угловой жесткости независимых подвесок с учетом реальной кинематики элементов подвесок и особенностей их установки на автомобиле.

Ключевые слова. Поперечно-угловая жесткость, независимая подвеска, пространственная модель грузового автомобиля

В условиях современного развития автомобильного рынка производители вынуждены искать способы сокращения времени на разработку и доводку новых образцов колесных машин, к числу которых относится применение расчетных моделей, основанных на точном представлении уравнений движения элементов конструкции автомобиля как механической системы. При этом достаточно интенсивно развиваются постановки задач в расширенной трактовке, что позволяет осуществить достаточно полный учет в расчетной схеме геометрической нелинейности движения элементов конструкции.

Процесс исследования вибронагруженности грузового автомобиля с независимыми подвесками целесообразно осуществлять с помощью пространственной модели, построенной на базе программного комплекса ФРУНД [1, 2]. Общий вид расчетной схемы автомобиля с полной массой 12 т и колесной формулой 4x4 представлен на рис. 1. Указанная модель

рассматривается как система твердых тел, соединенных упругими и демпфирующими элементами (пружинами, амортизаторами), а также различными кинематическими парами, в том числе и податливыми.

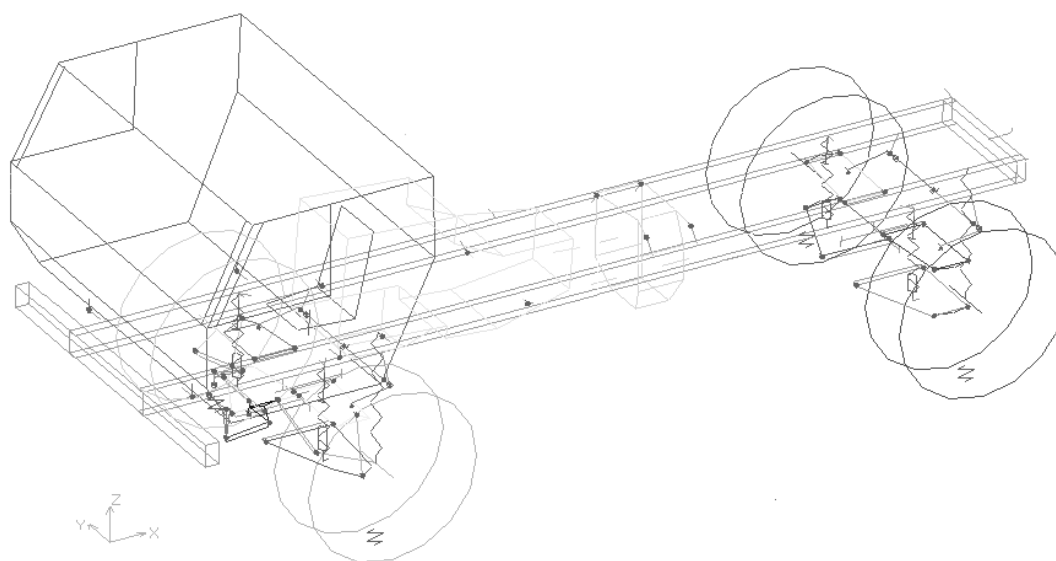


Рис. 1. Общий вид модели грузового автомобиля с независимыми подвесками

Каждое из 27 тел обладает шестью степенями свободы и показано на рис. 1 отдельным цветом. Кроме того, представлены маркеры кинематических пар – шарниров и упругодемпфирующих связей. Считается, что ко всем телам расчетной схемы приложены силы веса. Возмущение от дороги воспринимается через шины, передающие три силы и один момент относительно вертикальной оси колеса – так называемый стабилизирующий момент шины. Рассмотрим подмодели отдельных узлов автомобиля.

Независимая подвеска каждого колеса включает в себя два поперечных рычага. На рис. 1 показаны маркеры податливых шарниров (сайлент-блоков) с маркерами локальных систем координат таких шарниров, а также отмечено положение центров масс тел. Упругим элементом подвески является цилиндрическая винтовая пружина, нижний конец которой крепится к нижнему рычагу, а верхний – к кронштейну рамы автомобиля. Соосно с пружиной расположен амортизатор с нелинейной скоростной характеристикой [3].

Независимая подвеска передних управляемых колес отличается от подвески неуправляемых колес соединением рычагов с колесом, которое осуществляется в точках оси шкворня, что обеспечивает поворот управляемого колеса. Ось шкворня ориентирована относительно колеса таким образом, что она пересекается с плоскостью дороги в центре пятна контакта шины. Поэтому принимается, что плечи обкатки и стабилизации управляемых колес равны нулю.

Вертикальные жесткости каждой из пружин передней и задней подвесок принимались одинаковыми и равными 800 кН/м, длина пружины в свободном состоянии достигала 0,76 м. Указанный вариант параметров пружин подвески считался исходным. Жесткость шины составляла 900 кН/м, что соответствовало среднему статическому прогибу 3,3 см (для автомобиля с полной массой).

В модели передней и задней подвесок включены стабилизаторы. Каждый из них состоит из двух половинок, соединенных крутильной жесткостью. Стабилизаторы крепятся к раме и верхним рычагам подвесок.

Силовой агрегат, а также раздаточная коробка установлены на раме в четырех точках с помощью сферических шарниров, податливых по всем трем направлениям. Оси этих шарниров ортогональны системе координат рамы. Кабина автомобиля соединяется с рамой четырьмя трехмерными виброизоляторами.

Расчет поперечных угловых жесткостей подвесок выполнялся с помощью моделирования поперечного крена неподвижного автомобиля под действием медленно изменяющейся синусоидальной поперечной силы. Поперечная сила прикладывалась в точке, расположенной над центром вертикальной упругости подвески, на высоте центра масс всего автомобиля. Для автомобиля с полной массой такая высота составляла 1580 мм. Величина амплитуды поперечной силы равнялась 40 кН, а частота – 0,1 Гц. На рис. 2 показана типичная кинограмма поперечно-угловых перемещений модели автомобиля при действии боковой силы.

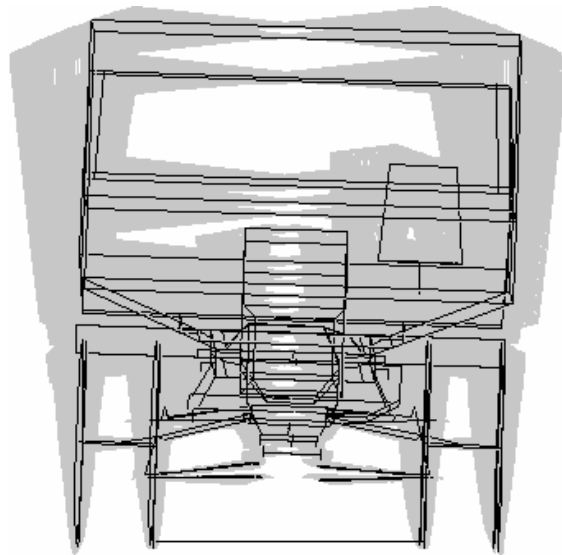


Рис.2. Кинограмма поперечно-угловых перемещений автомобиля при действии синусоидальной поперечной силы

Поперечная угловая жесткость подвески рассчитывалась для двух вариантов: без учета и с учетом податливости шин.

В первом случае бралось отношение нагружающего момента к углу крена автомобиля относительно подвески, который определялся по отношению к перемещению колеса относительно кузова. На рис. 3 представлены характеристики поперечной угловой жесткости подвески без учета шин. Введение стабилизатора с угловой жесткостью 25 (кН·м)/рад в переднюю и заднюю подвески увеличивает угловую жесткость подвески в 2 раза – с 770 (кН·м)/рад до 1500 (кН·м)/рад (рассматривался исходный вариант вертикальной жесткости пружины подвески 800 кН/м).

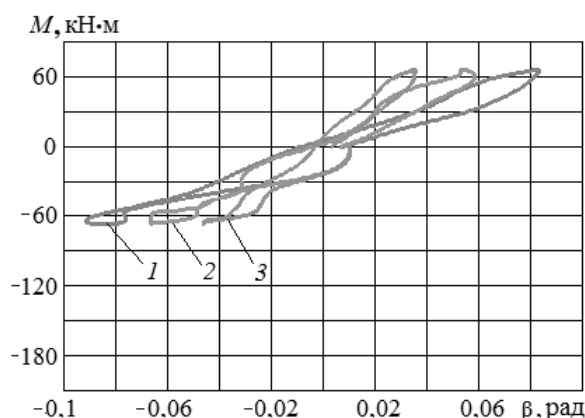


Рис. 3. Характеристики поперечной угловой жесткости подвески без учета податливости шин:

1 – без стабилизатора; 2 – угловая жесткость стабилизатора 10 (кН·м)/рад; 3 – угловая жесткость стабилизатора 25 (кН·м)/рад

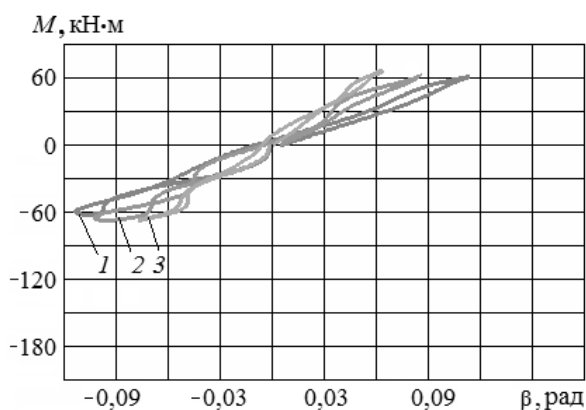


Рис. 4. Характеристики поперечной угловой жесткости подвески с учетом податливости шин:

1 – без стабилизатора; 2 – угловая жесткость стабилизатора 10 (кН·м)/рад; 3 – угловая жесткость стабилизатора 25 (кН·м)/рад

При вычислении поперечной угловой жесткости подвески с учетом податливости шин использовалось отношение нагружающего момента к углу крена рамы автомобиля (рис. 4). Податливость шин значительно снижает угловую жесткость подвески и нивелирует влияние стабилизатора.

Угловая жесткость без стабилизатора в этом случае составляет 530 (кН·м)/рад, а со стабилизатором с угловой жесткостью 25 (кН·м)/рад она достигает 700 (кН·м)/рад.

Выводы

1. Построена пространственная модель грузового автомобиля, позволившая исследовать статические характеристики независимых подвесок с учетом реальной кинематики элементов подвесок и особенностей их установки на автомобиле.

2. При расчете без учета податливости шин введение стабилизатора с угловой жесткостью 25 (кН·м)/рад в переднюю и заднюю подвески увеличивает поперечную угловую жесткость подвески в 2 раза.

3. Податливость шин значительно снижает поперечную угловую жесткость подвески и нивелирует влияние стабилизатора.

Список литературы

1. Горобцов А.С., Карцов С.К., Плетнёв А.Е., Поляков Ю.А. Компьютерные методы построения и исследования математических моделей динамики конструкций автомобилей: Монография. М.: Машиностроение, 2011. 463 с.

2. Горобцов А. С. Программный комплекс расчета динамики и кинематики машин как систем твердых и упругих тел // Справочник. Инженерный журнал. № 9, 2004. С. 40 – 43.

3. Поляков Ю.А., Горобцов А.С., Карцов С.К., Плетнёв А.Е. Моделирование динамических характеристик амортизаторов подвесок автобусов // Объединенный научный журнал. № 22, 2002. С. 49 – 51.

Yu.A. Polyakov

CONSTRUCTION OF ROLL STIFFNESS INDEPENDENT SUSPENSIONS OF TRUCK BY MEANS OF SPATIAL MODEL

The spatial model of truck, allowing receive roll stiffness parameters of independent suspensions taking into account the real kinematics of elements of suspensions and features of their setting on a truck, is built.

Key words. roll stiffness, independent suspension, spatial model of truck.

Получено 28.09.12