

УДК 004.942

Н.В. Лобанов**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОРСИОННОЙ ПОДВЕСКИ
ГУСЕНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Рассматривается формализованная модель торсионной подвески гусеничного транспортного средства, которая может быть использована в области компьютерного моделирования, для воссоздания естественного поведения исследуемого объекта в некоторой среде, под воздействием различных факторов. Компьютерная модель данного типа подвески может быть использована как для изучения технической стороны подвески под воздействием внешних и внутренних сил, так и в области компьютерной графики и анимации, для улучшения визуального качества синтезируемого изображения.

Введение. Цель работы – создать формализованную математическую модель поведения торсионной подвески в заданных условиях рельефа местности, отвечающую требованиям реалистичности подобия по отношению к прототипу.

Рассмотрим подвеску как систему поддрессирования для гусеничных транспортных средств.

Подвеска – совокупность деталей, узлов и механизмов, связывающих корпус машины с опорными элементами (катками). Подвеска предназначена для снижения динамических нагрузок и обеспечения равномерного распределения их на опорные элементы при движении, также служит для повышения тяговых качеств машины. Система поддрессирования гусеничных транспортных средств состоит из узлов подвески. Узлом подвески называется совокупность деталей, узлов и механизмов, связывающих ось колеса (одного катка) с корпусом машины, или нескольких взаимосвязанных катков, соединённых с корпусом через единый упругий элемент. Каждый узел подвески в общем случае включает упругий элемент (рессору), амортизатор (демпфер) и стабилизатор (балансир). Различают независимую подвеску, где каждый опорный каток присоединен к корпусу через свою рессору, и блокированную подвеску, где несколько опорных катков, образующих тележку, соединяются с корпусом через общую рессору.

Торсионная подвеска – это подвеска с упругим элементом, представляющим собой вал с приложенным к его концам крутящим моментом, воспринимающий нагрузки кручения (рисунок 1). Таким образом, торсион является вариантом рессоры для тяжелой и высокоскоростной (до 60 км/ч) гусеничной техники [1].



Рисунок 1 – Независимая торсионная подвеска

Рассмотрим торсионную подвеску как часть гусеничного транспортного средства (ГТС) под воздействием внешних сил (рисунок 2).

Так как нами рассматривается торсионная подвеска применительно к гусеничным транспортным средствам, то общий вес объекта на один опорный каток будет рассчитываться из следующих соотношений.

1. Реакции, возникающие на валу подвески, когда ГТС находится в покое, определяются из соотношения:

$$R = \frac{P}{n}, \quad (1)$$

где P – вес ГТС, n – количество опорных катков ГТС.

2. Реакции, возникающие во время перемещения ГТС, определяются из соотношения:

$$R = \frac{P}{n} + \frac{m_{ГТС}}{n} \cdot a, \quad (2)$$

где $\frac{m_{ГТС}}{n}$ – распределенная между катками масса ГТС, a – ускорение ГТС.

Исходя из вышесказанного будем учитывать, что все реакции равномерно распределены между опорными катками ГТС.

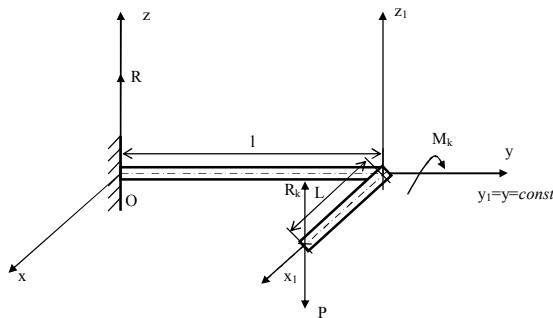


Рисунок 2 – Схема сил и моментов в торсионной подвеске

Для того чтобы определить силы реакции, необходимо воспользоваться зависимостью для расчета угла закручивания из курса сопротивления материалов [2]:

$$\Delta\varphi = \int_l \frac{M_k \cdot dz}{\sigma \cdot J_p}, \quad (3)$$

Если учесть, что свойства вала изотропны во всех точках, то формула для расчета угла закручивания двух сечений примет вид:

$$\varphi = \frac{M_k \cdot L}{\sigma \cdot J_p}. \quad (4)$$

Полярный момент инерции для вала определяется по следующей зависимости:

$$J_p = \frac{\pi \cdot r^4}{2}. \quad (5)$$

Предел прочности σ является табличной величиной и выбирается в зависимости от материала изготовления вала торсионной подвески $\sigma_{\text{мц}}$ и коэффициента запаса n ($n=1 \div 3$ в машиностроении). Таким образом:

$$\sigma = \sigma_{\text{мц}} \cdot n. \quad (6)$$

Исходя из предыдущей зависимости мы можем определить момент закручивания вала торсионной подвески:

$$M = \frac{\Delta\varphi \cdot \sigma \cdot J_p}{L}. \quad (7)$$

Момент в точке кручения на валу l , через который передаются колебания корпусу подвижного наземного объекта от дороги, определяется по следующей формуле:

$$M = R \cdot l. \quad (8)$$

Для точки закрепления вала подвески на корпусе реакция силы, передаваемая от поверхности земли через каток, будет передаваться по

оси вала l , проходящей через корпус подвижного объекта:

$$R = \frac{M}{l}. \quad (9)$$

Тогда реакция силы, действующей на корпус, будет вычисляться по формуле:

$$R = \frac{\varphi \cdot \sigma \cdot J_p}{L \cdot l}. \quad (10)$$

Для успешного расчета в рамках изменения внешней среды, в параметрах координат и времени, запишем зависимость угла закручивания φ , как показано на рисунке 3, от координаты высоты поверхности. Высота подвески в точке закрепления катка вычисляется как функции высот поверхности (11)

$$h = z_h(x, y). \quad (11)$$

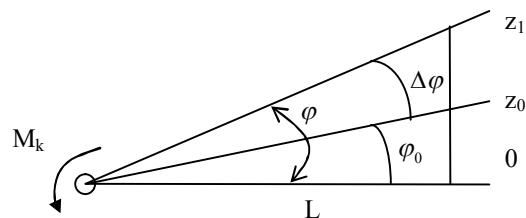


Рисунок 3 – Изменение угла закручивания в зависимости от высоты поверхности

Изменение угла закручивания $\Delta\varphi$ [3] определяем из треугольника на рисунке 3.

$$\Delta\varphi = \arctg \frac{z}{L}. \quad (12)$$

Угол φ_0 определяется эмпирическим путем, т.к. изначально подвеска находится в “раскрученном состоянии” без закручивания, только когда подвижный наземный объект находится вне контакта с поверхностью, или обладает некоторым заданным углом во время сборки изделия. После того как объект устанавливается на абсолютно ровную поверхность, мы можем получить начальный угол закручивания φ_0 . Можно рассчитать нагрузки на все опорные катки ГТС и определить начальный угол закручивания на плоскости. Если считать, что изменение массы ГТС на всем промежутке времени стремится к нулю, то можно считать, что

$$\varphi_0 = \text{const}. \quad (13)$$

Исходя из формул (12) и (13) определим полный угол закручивания:

$$\varphi = \Delta\varphi + \varphi_0. \quad (14)$$

Поведение ГТС определяется суммой всех результирующих сил, возникающих во всех точках контакта опорных катков с поверхностью:

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_i . \quad (15)$$

Заключение. В данной статье была рассмотрена математическая модель торсионной подвески в зависимости от неровностей поверхности и скорости перемещения ГТС в пространстве. Данная модель может быть использована для динамического расчета положения ГТС в пространстве, описывая значения реакции сил поверхности как при движении, так и в покое, которые передаются на корпус ГТС торсионной

подвеской, с учетом ее конструктивных особенностей.

Библиографический список

1. Чобиток В. Ходовая часть танков. Подвеска // Техника и вооружение 2005. С. 18-23.
2. Писаренко Г.С., Азарев В.А., Квитка А.Л. и др.. Сопротивление материалов. Учеб. для машиностроит. спец. вузов. Киев, Высшая школа, 1986., 2-е изд. С. 211-216, 247-256.
3. Хинчин А.Я. Краткий курс математического анализа. М.: Гос. изд. технико-теоретической литературы С. 235-239.