

УДК 629.113

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ПРИ
ДЕЙСТВИИ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО ТОРМОЗНОГО МОМЕНТА
THE MATHEMATICAL MODEL OF THE DRIVING WHEEL
UNDER THE ACTION OF THE ALTERNATING BRAKING MOMENT

С.Н. Шуклинов, д-р техн. наук, проф., А.В. Губин
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков, Украина

S. Shuklinov, Doctor of technical Sciences, Professor, A. Gubin
Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkiv, Ukraine

Построена математическая модель ведущего колеса автомобиля при изменяющемся тормозном моменте (режим торможение-стоп-начало движения автомобиля). Математическое моделирование выполнено с учётом динамических ситуативных факторов, возникающих при начале движения автомобиля на подъём.

A mathematical model of a car driving wheel at the changing brake torque (a brake-stop-start mode) has been built. The mathematical modelling has been accomplished taking into account situational factors which appear when the car starts moving uphill.

ВВЕДЕНИЕ

При движении автомобиля на подъём в городском режиме довольно часто возникают ситуации, связанные с действием знакопеременного тормозного момента (торможение-стоп-начало движения автомобиля) на недеформируемой поверхности дороги. Динамика автомобильного колеса при качении по недеформируемой горизонтальной поверхности отражена в работе [1]. Целью данной работы является разработка математического описания динамического поведения ведущего колеса при начале трогания на подъём.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА ПРИ ТРОГАНИИ НА ПОДЪЁМ

Математическая модель ведущего колеса в неподвижном состоянии на уклоне при действии тормозного момента описывается системой уравнений 1, составленных в соответствии с рисунком 1. При

подведении на неподвижное колесо крутящего момента и изменении тормозного момента его динамическое состояние описывается системой уравнений 2.

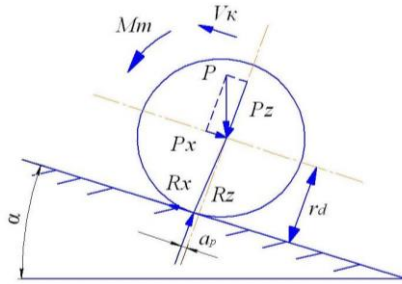


Рисунок 1 – Силы и моменты, действующие на неподвижное колесо

Условие неподвижности колеса:

$$\begin{cases} M_T = f(k_3, P_n) \geq R_x \cdot r_d + R_z \cdot a_p; \\ P_z \cdot \varphi_x \geq P_x, \end{cases} \quad (1)$$

где φ_x – коэффициент сцепления шины с опорной поверхностью.

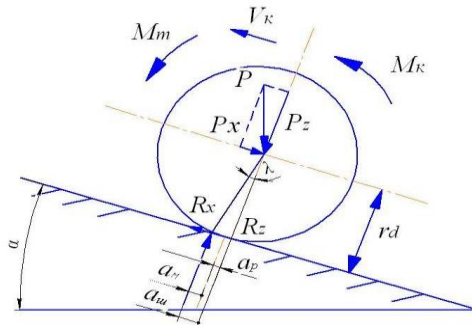


Рисунок 2 – Силы и моменты при воздействии крутящего момента на колесо

Динамические характеристики ведущего колеса при действии знакопеременного тормозного момента описывает система уравнений 2:

$$\begin{cases} I_{\kappa} \cdot (\dot{\omega}_{\kappa} - \ddot{\lambda}) = M_{\kappa} - R_z \cdot (a_p + a_m) - R_x \cdot r_d - M_T \cdot \text{sign}(\omega_{\kappa}); \\ m_{\kappa} \cdot \dot{V} + \lambda \cdot P_x = R_x; \\ \dot{V} = \dot{\omega}_{\kappa} \cdot r_{\kappa}, \end{cases} \quad (2)$$

где ω_{κ} – угловая скорость; $\dot{\omega}_{\kappa}$ – угловое ускорение; a_p – смещение реакции R_z силой P_x ; a_m – смещение реакции R_z моментом M_{κ} ; m_{κ} – масса колеса; V, \dot{V} – скорость и ускорение колеса; r_d, r_{κ} – радиус колеса соответственно динамический и кинематический; $\lambda, \ddot{\lambda}$ – окружная деформация и ускорение окружной деформации шины.

Направление действия тормозного момента изменяется в соответствии с изменением направления вращения колеса, значение реализуемого тормозного момента на ведущем колесе определяется следующими условиями:

$$\begin{aligned} &\text{если } M_{\kappa} \leq P_{\alpha} \cdot r_{\delta} + R_z \cdot a_p, \text{ то } M_T = P_{\alpha} \cdot r_{\delta} + R_z \cdot a_p; \\ &\text{если } M_{\kappa} > P_{\alpha} \cdot r_{\delta} + R_z \cdot a_p, \text{ то } M_T = f(k_s, P_{\Pi}). \end{aligned} \quad (3)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная математическая модель ведущего колеса легкового автомобиля при действии знакопеременного тормозного момента позволит создать предпосылки для разработки имитационной модели трогания автомобиля на подъём для исследования режимов управления тормозным моментом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. АВТОМОБИЛЬ. Теория эксплуатационных свойств. – Москва, Машиностроение, 1989. – 240 с.