

УДК 629.114. 2

**КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА С ШИНОЙ
НА КРУГОВОМ ПОВОРОТЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**
ELECTRONIC SIMULATION MODEL OF THE DRIVING WHEEL
WITH THE TIRE ON CIRCULAR TURN IN FIELD CONDITIONS

Г.А. Таяновский, канд. техн. наук, доц., Н.А. Поздняков
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

G. Tayanousky, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
N. Pozdnijakou

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Сформирована расчетная схема колеса с пневматической шиной при установившемся круговом повороте на грунтовой опорной поверхности, выбрано адекватное для рассматриваемых задач эмпирическое математическое описание и разработана электронная модель в программном приложении Simulink.

The design scheme of a wheel with a pneumatic tire is formed with a steady circular turn on a ground support surface, an empirical mathematical description is adequate for the problems under consideration and an electronic model is developed in the Simulink software application.

ВВЕДЕНИЕ

Создание модульных с.-х. машин новых концепций и компоновочных схем с тягово-приводными колесными тележками на основе гидромеханических, электромеханических передач предопределяет востребованность моделирования их динамики и необходимость описания взаимодействия колес с грунтом.

Цель работы - изыскание рациональной компьютерной модели ведущего колеса с шиной, движущегося в установившемся повороте по деформируемому основанию. Модель необходима как один из элементов модели машины для последующего анализа на ЭВМ ее тягового и маневрового свойств и выбора рациональных схем, компоновки, параметров, алгоритмов управления.

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

где обозначено: G_k – сила, прижимающая колесо к опорной поверхности; M_k – ведущий вращающий момент, приложенный к ободу колеса; M_{pk} – поворачивающий момент, приложенный к оси колеса со стороны рулевого механизма; O_{mcs} , r_k – мгновенный центр скоростей и радиус качения в ведущем режиме жесткого обода колеса; R_i , R_{ij} – соответствующие направления осей системы координат действующие на шину реакции со стороны контакта с опорной поверхностью; I_{okx^*} , I_{oz} , I_{okv^*} – моменты инерции колеса с шиной относительно оси вращения колеса O_k , вертикальной оси и горизонтальной оси, проходящей через центр обода колеса в его срединной меридиональной плоскости OXZ ; F_k^{usl} – условная сила сопротивления качению ведущего колеса в плоскости OXZ ; γ – угол увода колеса; M_{gir} – гироскопический момент сопротивления повороту колеса; M_{spov} – момент сопротивления повороту контактной части шины относительно вертикальной оси; h_{kol} – глубина колеи; a , ξ – смещения точки приложения приведенных к равнодействующей и моменту M_{spov} всех реакций почвы на шину в пятне контакта относительно вертикальной проекции точки середины оси колеса; N_y – боковая сила, с которой остов машины действует на ось колеса; r_k^d – расстояние по вертикали от середины оси колеса до точки C приложения равнодействующей реакции грунта; r_k^c – радиус качения колеса с нагрузкой G_k в свободном режиме при отсутствии боковой силы – единый расчетный радиус для начала отсчета буксования ведущего колеса: $\delta = I - r_k / r_k^c$; O_p – центр кругового поворота радиусом ρ_p , в предположении что два колеса тяговой тележки связаны с рамой машины и имеют разные углы установки.

Такой подход, при реализации описания колеса в виде компьютерной модели в программной среде для симуляции процессов машины, позволит использовать метод настраиваемой модели для ее идентификации.

В качестве расчетных выбраны следующие эмпирические выражения для реакций в контакте шины с опорной поверхностью:

- тангенциальной реакции с учетом буксования и угла увода колеса

$$R_r = G_k \cdot \varphi \cdot \left(1 - e^{-k_\delta \cdot e^{-v \cdot \gamma} \delta} \right);$$

Секция «ТРАКТОРЫ, МОБИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

- боковой реакции с учетом угла увода и буксования колеса

$$R_y = \frac{G_k}{G_{k0}} \cdot k_\gamma \cdot \gamma \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \gamma}) \cdot \frac{1}{1 + b \cdot \delta};$$

- условной силы сопротивления качению ведущего колеса с учетом угла увода и буксования

$$F_k^{usi} = G_k \cdot f \cdot (1 + A \cdot \sin \gamma) + R_\tau \cdot \delta^p;$$

- момента сопротивления повороту колеса относительно оси OZ

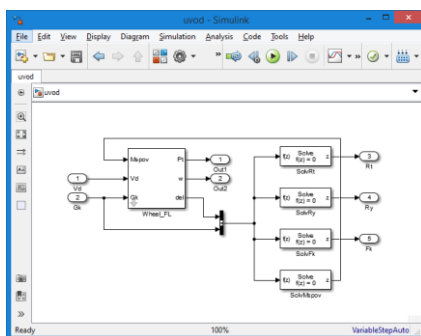
$$M_{spov} = \mu \cdot \varphi \cdot G_k \cdot \rho \cdot \sqrt{S_{kont}}$$

где k_δ , v , k_γ , α , b , A , ρ , μ , ρ - эмпирически определяемые константы на основе результатов натурных испытаний шин.

Модель позволяет определить и все другие моментные составляющие, необходимые для силового и мощностного анализа.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ

Электронная модель колеса в графической среде имитационного моделирования Simulink показана на рисунке далее.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана компьютерная модель колеса как одна из локальных подсистем модели современной модульной мобильной машины, для расчетного анализа ее тяговых и маневровых свойств на повороте.