

Список использованных источников

1. Разработка рекуперативных приводов колеблющихся рабочих органов с учетом особенностей выполнения технологического процесса и взаимодействия с рамой машины/ Отчет о НИР, (промежуточный) № гос. регистрации 20073005. Минск, 2008. – 94 с.
2. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Ленинград: Колос, 1970. – 376
3. Василенко Н.В. Теория колебаний. Киев: «Віща школа», 1992. – 430 с.

УДК 629.3.027

РАСЧЕТ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ КОЛЕС СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Г.И. Гедроить, к.т.н., доцент, А.Ф. Безручко, к.т.н., доцент,
В.В. Михалков

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Получили распространение работы по моделированию процесса взаимодействия колеса с почвой, в которых колесо представляется в виде цилиндра, а форма проекций поверхности контакта в поперечной и опорной плоскостях, в виде прямоугольников. Расширение использования на сельскохозяйственной технике шин с пониженным давлением на почву, качение их по следу других колес сопровождаются небольшими значениями глубины следа (5-50 мм). При этом горизонтальная проекция поверхности контакта близка к форме пятна контакта на жестком основании и соответственно ближе к эллипсу, чем к прямоугольнику [1]. Ниже предлагается методика расчета силы сопротивления качению колес сельскохозяйственных машин с учетом указанных особенностей.

Основная часть

Рассмотрим задачу взаимодействия ведомого колеса с почвой с учетом кривизны шин в продольной и радиальной плоскостях. На

колесо действуют нормальная нагрузка G , толкающая сила P и нормальные к поверхности контакта реакции почвы q . Уравнение поверхности получено в виде эллиптического параболоида [2]

$$z = h + \lambda - \frac{y^2}{b_0^2 / \Delta} - \frac{x^2}{2R - h - \lambda}, \quad (1)$$

где b_0 , Δ – характерные размеры шины, определяющие форму части ее профиля, контактирующую с опорной поверхностью. Для большинства шин $2b_0$ – ширина беговой дорожки, Δ – стрела дуги протектора (высота беговой дорожки). Для торообразных, оболочковых шин $2b_0$ – ширина профиля шины, Δ – половина высоты профиля шины. В частных случаях могут быть приняты промежуточные значения названных параметров; h – глубина следа; λ – деформация шины.

Силу сопротивления качения колеса представим в виде двух составляющих P_{fn} и P_{fu} , учитывающих соответственно потери на деформацию почвы и шины

$$P_f = P_{fn} + P_{fu}. \quad (2)$$

При этом предполагаем, что нормальные давления распределены по поверхности контакта в соответствии с функцией гиперболического тангенса, предложенной профессором В.В. Кацыгиным

$$q = \sigma_0 th \frac{K}{\sigma_0} z, \quad (3)$$

где σ_0 – несущая способность почвы; K – коэффициент объемного смятия почвы, приведенный к размерам колеса.

Выражение для расчета P_{fn} получено в виде

$$P_{fn} = 2 \frac{b_0 \sigma_0^2}{K} \ln ch \frac{K}{\sigma_0} (h + \lambda - \Delta) + \chi K b_0 \sqrt{\frac{h + \lambda}{\Delta}}, \quad (4)$$

где χ – коэффициент, зависящий от характеристик почвы и шины.

Необходимые для вычисления значения h и λ определяем в соответствии с рекомендациями [2].

На основании методики [3] значение P_{fu} определим по формуле

$$P_{fu} = K_u B_\kappa \lambda, \quad (5)$$

где B_{κ} – ширина плоской зоны контакта шины с почвой; $K_{ш}$ – давление шины на дорогу при нулевом значении давления воздуха в шине.

Значение $K_{ш}$ определяется из выражения, полученного эмпирическим путем [3]

$$K_{ш} = (0,1 \dots 0,15)P_w, \quad (6)$$

где P_w – давление воздуха в шине для дорог с твердым покрытием при допустимой деформации шин.

Значение ширины B_{κ} составляет

$$\text{при } \lambda \leq \Delta \quad B_{\kappa} = 2b_0 \sqrt{\frac{\lambda}{\Delta}}, \quad \text{при } \lambda > \Delta \quad B_{\kappa} = 2b_0.$$

Изложенные теоретические положения подтверждены экспериментально.

Заключение

Разработанная математическая модель взаимодействия пневматического колеса с почвой позволяет определять силу сопротивления качению ведомого колеса в зависимости от значений диаметра шины, параметров профиля шины в радиальном сечении, нагрузки на колесо, деформации шины, давления воздуха, свойств почвы. Модель построена на основе объемного представления поверхности контакта шины с почвой.

Список использованной литературы

1. Гедроить, Г.И. Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники / Г.И. Гедроить // Агропанорама. – 2009, № 4. – С. 23-27.
2. Горин, Г.С. Исследование колееобразования при качении ведомого колеса / Воздействие ходовых систем сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов на почву: / Г.С. Горин, Г.И. Гедроить, И.Е. Юреть // Сб. науч. трудов. – Горки, 1991. – С. 11-18.
3. Агейкин, Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184с.