

УДК 631. 431

СНИЖЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЯ ПРИ ПОВТОРНЫХ ПРОХОДАХ КОЛЕС ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРА

А.Н. Орда¹, д.т.н., профессор, В.А. Шкляревич¹, ст. преподаватель,
А.С. Воробей², к.т.н.

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Сопротивление качению колесных ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов зависит от свойств почвы, типа и параметров ходовой системы, режимов нагружения агрегата. В статье рассмотрено влияние числа повторных нагружений на деформацию почвы и сопротивление качению.

Основная часть

При передвижении ходовых систем по почве сопротивление качению обуславливается, в основном, потерями энергии на деформацию почвы. На рисунке 1 показана схема деформации почвы колесом и штампом [1].

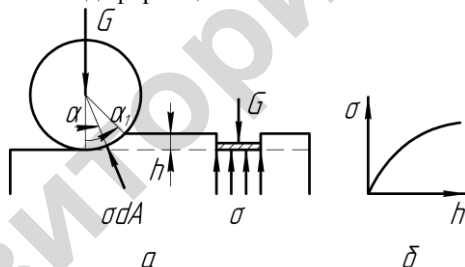


Рис. 1 – Деформация почвы:

a – схема деформирования почвы колесом и штампом; b – зависимость между напряжением σ и деформацией почвы h

Для того чтобы можно было применить закономерности деформирования почвы штампом применительно к качению колеса, примем следующие допущения:

1. Сила реакции почвы на элементе поверхности колеса проходит через его ось и равна напряжению σ умноженному на площадь элемента dA .

2. Напряжение σ под колесом равно напряжению под штампом, вдавленным в почву на глубину, на которой находится рассматриваемый элемент поверхности колеса.

При выполнении данных допущений можно применять зависимость между напряжением σ и осадкой штампа h (рисунок 1, б) для определения напряжений в размеченных точках контакта колеса с почвой.

Работа вертикальной деформации почвы при i -ом проходе колеса:

$$W_{\sigma_i} = A \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh,$$

где A – площадь пятна контакта колеса с почвой, m^2 ;

h_{i-1} – глубина следа при $(i-1)$ -ом проходе колеса, м;

h_i – глубина следа при i -ом проходе колеса, м;

$\sigma_i(h)$ – зависимость между напряжением и осадкой при i -ом проходе колеса.

Суммарная величина работы после n нагружений:

$$W_{\sigma} = A \sum_{i=1}^n \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh.$$

Значения работы при i -ом проходе колеса за один оборот и после n проходов будут равны соответственно:

$$W_{\sigma_i} = 2\pi \cdot r \cdot B_k \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh, \quad (1)$$

$$W_{\sigma_n} = 2\pi \cdot r \cdot B_k \cdot \sum_{i=1}^n \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh, \quad (2)$$

где B_k – ширина контакта колеса с почвой, м;

r – радиус колеса, м.

С другой стороны, работа сил сопротивления качению равна:

$$W = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot F_f, \quad (3)$$

где F_f – сила сопротивления качению колесного хода, Н.

Приравняв правые части уравнений (1) и (3), находим значение силы сопротивления качению при i -ом проходе колеса:

$$F_{f_i} = B_k \cdot \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh.$$

Аналогично, из уравнений (2) и (3) находим суммарную силу сопротивления качению n -осного колесного хода:

$$F_{f_n} = B_k \cdot \sum_{i=1}^n \int_{h_{i-1}}^{h_i} \sigma_i(h) dh. \quad (4)$$

Для связных почв суммарную силу сопротивления качению n -осного хода найдем исходя из того, что функция $\sigma(h)$ для сильно упрочняющихся почв является непрерывной (рисунок 2). Поэтому к уравнению (4) можно применить свойство аддитивности интеграла:

$$F_{f_n} = B_k \cdot \int_0^{h_n} \sigma(h) dh.$$

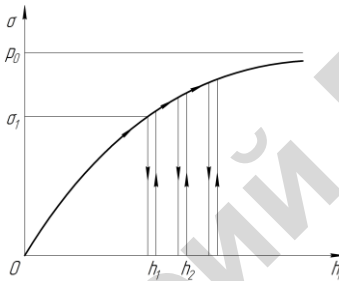


Рис. 2 – Зависимость между напряжением и деформацией для сильно упрочняющихся почв

Зависимость между сопротивлением σ и осадкой почвы h подчиняется функции гиперболического тангенса [2]:

$$\sigma = p_0 \cdot th \frac{k}{p_0} \cdot h \quad (5)$$

где p_0 – предел несущей способности почвы, Па;
 k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

С учетом зависимости (5) суммарная сила сопротивления будет равна:

$$F_{f_n} = B_k \cdot \int_0^{h_n} p_0 \cdot th \frac{k}{p_0} \cdot h dh.$$

Значение этого интеграла:

$$F_{f_n} = B_k \cdot \frac{p_0^2}{k} \left| \ln ch \frac{k}{p_0} \cdot h \right|_0^{h_n}.$$

Значение осадки сильно упрочняющейся почвы (рисунок 1, а) при повторных нагружениях, определяется по следующей зависимости:

$$h_n = \frac{p_0}{k} \cdot \text{Arch} \left(\frac{n^B}{\sqrt{1 - \sigma^2 / p_0^2}} \right) \quad (6)$$

где B – коэффициент накопления повторных осадок сильно упрочняющей почвы.

Подставив вместо верхнего предела интегрирования h_n его значение, определяемое формулой (6) и с учетом того, что контактное напряжение σ равно давлению колеса на почву q , получим зависимость для определения силы сопротивления качения колесной ходовой системы:

$$F_{f_n} = B_k \cdot \frac{p_0^2}{k} \ln \frac{n^B}{\sqrt{1 - q^2 / p_0^2}}. \quad (7)$$

Заключение

Анализ зависимости (7) показал, что при каждом последующем проходе колеса по следу снижается сопротивление качению. Увеличение числа осей ходовой системы почвообрабатывающего агрегата способствует уменьшению коэффициента сопротивления качению.

Литература

1. Кулен, А. Современная земледельческая механика / А. Кулен, Х. Куперс. Пер. с англ. А. Э. Габриэляна; Под редакцией Ю. А. Смирнова. - М.: Агропромиздат, 1986. - 349 с.
2. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05. 20. 03 / А. Н. Орда. – Минск, 1997. – 269 с.

УДК 629.35.01: 629.35.03

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОЛНОПРИВОДНОГО АВТОМОБИЛЯ-САМОСВАЛА МАЗ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Ю.М. Жуковский, к.т.н., доцент, Ю.Д. Карпиевич д.т.н., доцент, А.В. Захаров, к.т.н., доцент, В.В. Михалков, ассистент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»², г. Минск, Республика Беларусь

Введение

В связи с ростом объемов перевозимых в агропромышленном комплексе РБ грузов (в настоящее время эти объемы достигают многих десятков