

Выразив полученные результаты в процентах получаем следующие данные: при отключении переднего моста радиус поворота уменьшается на 0,6%; при отключении кулачковых муфт на 6,5%; при отключении заднего моста на 7,25%.

В результате проведения экспериментальных и теоретических исследований по влиянию схем привода на поворотливость колесного транспортного средства анализ показал следующее: наименьший радиус поворота наблюдается при отключении заднего моста. Согласно расчетным данным радиус поворота при этом уменьшается приблизительно на 20%.

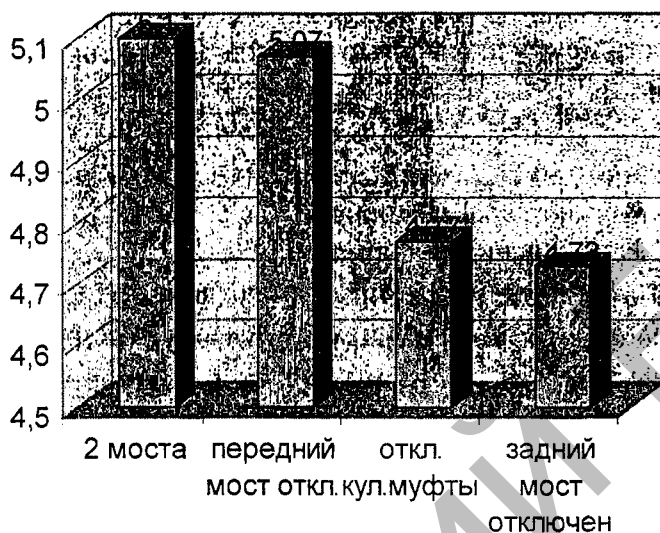


Рисунок 3. Результаты экспериментальных исследований поворота УАЗ-452 в 4-ех режимах

Литература

1. В.А. Анилович, Ю.Т. Водоложенко Конструирование и расчет сельскохозяйственного трактора. - М. Машиностроиздат, 1976г.-456с.
2. А.Т.Скойбеда, А.А.Шавель, Ю.Е.Атаманов, В.В.Яцкевич «К исследованию влияния межосевого привода колес на поворотливость трактора», Тракторы и сельхозмашины №5, 1983 г.
3. Тракторы. Ч.III. Конструирование и расчет:[Учебное пособие для вузов по спец. «Автомобили и тракторы»]/В.В.Гуськов, И.П.Ксеневич, Ю.Е.Атаманов, А.С. Солонский]; Под общ. Ред. В.В.Гуськова.-Мн.:Выш.школа, 1981. – 383с.

УДК 631.431

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕС С ДОПУСТИМЫМ УРОВНЕМ ДАВЛЕНИЯ НА ПОЧВУ

Орда А.Н., Алешкевич С.В., Селеш А.Б., Бушик А.Г. (БГАТУ)

В статье приводится определение допустимого давления колес тракторов на почву при различных агрофонах. На основании проведенного анализа предложена методика выбора параметров колес.

Введение

В настоящее время при интенсивном использовании машинно-тракторных агрегатов происходит переуплотнение почвы ходовыми системами. Плотность почвы в следах тракторов и сельскохозяйственных машин составляет 1350 - 1600 кг/м³, что значительно превышает оптимальную.

Чрезмерное уплотнение почвы при воздействии на нее ходовых систем машинно-тракторных агрегатов ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10-15%, а корнеклубнеплодов - на 20-30%. При этом влияние уплотняющего воздействия ходовых систем на снижение урожайности проявляется в последующие несколько лет.

Основная часть

При определении параметров почвощадящих ходовых систем будем учитывать тип агрофона. Для почв с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами (стерня) нами предложена зависимость между плотностью почвы и напряжением:

$$\rho = \rho_n \left(1 + k_{пред} - \frac{\kappa_g \cdot \beta}{\kappa} \ln \frac{p_o}{\sigma + \sigma_0} \right). \quad (1)$$

где ρ_n – исходная плотность почвы, кг/м³;

σ – напряжение в контакте колеса с почвой, Па;

β – коэффициент распределения напряжений, м⁻¹;

κ_B – коэффициент взаимосвязи параметров уплотнения, Н/м².

Из зависимости (1) найдем, чему равно напряжение σ в контакте деформатора с почвой при уплотнении почвы до плотности ρ при исходной плотности ρ_n :

$$\sigma = \frac{p_o}{\exp \left[\frac{\kappa}{\kappa_g \cdot \beta} \left(1 + k_{пред} - \frac{\rho}{\rho_n} \right) \right]} - \sigma_0. \quad (2)$$

Из зависимости (2) найдем допустимое давление $\sigma_{доп}$, обеспечивающее щадящее воздействие на почву, когда плотность почвы не будет превышать допустимую:

$$\sigma_{доп} = \frac{p_o}{\exp \left[\frac{\kappa}{\kappa_g \cdot \beta} \left(1 + k_{пред} - \frac{\rho_{доп}}{\rho_n} \right) \right]} - \sigma_0, \quad (3)$$

где $\rho_{доп}$ – допустимая плотность почвы, при которой не наблюдается снижение урожайности сельскохозяйственной культуры, кг/м³.

Исследованиями кафедры физики почв МГУ им. М.В. Ломоносова установлена оптимальная пористость, близкая к 50% [1]. Зависимость между пористостью и плотностью почвы имеет вид:

$$E = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right) \cdot 100\%. \quad (4)$$

С помощью коэффициента пористости удобнее оценивать уровень воздействия ходовых систем на почву, так как все объемные изменения в почве относят к неизменному объему твердых частиц. Коэффициент пористости:

$$e = \frac{V_n}{V_T} = \frac{E}{100 - E}. \quad (5)$$

При оптимальной пористости почвы 50% коэффициент пористости равен:

$$e = \frac{50}{100 - 50} = 1. \quad (5)$$

Коэффициент пористости, выраженный через плотность почвы, равен:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} - 1. \quad (6)$$

Отсюда плотность почвы:

$$\rho = \frac{\rho_s}{1+e}. \quad (7)$$

Так как у зависимостей (1) и (7) левые части равны между собой, приравняем их правые части:

$$\frac{\rho_s}{1+e} = \rho_n \left(1 + k_{\text{перед}} - \frac{\kappa_s \cdot \beta}{\kappa} \ln \frac{p_o}{\sigma + \sigma_0} \right). \quad (8)$$

Из зависимости (8) найдем напряжение σ , выраженное через коэффициент пористости e :

$$\sigma = \frac{p_o}{\exp \left\{ \frac{\kappa}{\kappa_s \cdot \beta} \left[1 + k_{\text{перед}} - \frac{\rho_s}{\rho_n (1+e)} \right] \right\}} - \sigma_0. \quad (9)$$

Из зависимости (9) найдем допустимое напряжение $\sigma_{\text{дон}}$, выраженное через допустимый коэффициент пористости $e_{\text{дон}}$:

$$\sigma_{\text{дон}} = \frac{p_o}{\exp \left\{ \frac{\kappa}{\kappa_s \cdot \beta} \left[1 + k_{\text{перед}} - \frac{\rho_s}{\rho_n (1+e_{\text{дон}})} \right] \right\}} - \sigma_0. \quad (10)$$

Найдем допустимое напряжение в контакте колеса с почвой при наличии плотного подстилающего слоя (почвы, подготовленной под посев). Допустимая плотность для такого типа почв определяется по следующей зависимости [2, ф. (7.5)]:

$$\rho_{\text{дон}} = \rho_n \frac{H - 2\nu \cdot h_{\text{дон}}}{H - h_{\text{дон}}}, \quad (11)$$

где H – высота пахотного слоя, м;
 ν – коэффициент бокового расширения почвы;
 $h_{\text{дон}}$ – допустимая глубина следа.

Из зависимости (11) находится допустимая глубина следа:

$$h_{\text{дон}} = H \frac{\rho_{\text{дон}} - \rho_n}{\rho_{\text{дон}} - 2\nu \cdot \rho_n}. \quad (12)$$

Найдем зависимость между допустимой глубиной следа и допустимым коэффициентом пористости. Для этого выразим составляющие формулы (12) через коэффициент пористости. Допустимая плотность почвы, выраженная через коэффициент пористости, равна:

$$\rho_{\text{дон}} = \frac{\rho_s}{1+e_{\text{дон}}}. \quad (13)$$

Подставив зависимости (7) и (13) в (12), получим:

$$h_{\text{дон}} = H \frac{\frac{\rho_s}{1+e_{\text{дон}}} - \frac{\rho_s}{1+e}}{\frac{\rho_s}{1+e_{\text{дон}}} - 2\nu \cdot \frac{\rho_s}{1+e}}.$$

После преобразований получим:

$$h_{\text{дон}} = H \frac{e - e_{\text{дон}}}{(1+e) - 2\nu \cdot (1+e_{\text{дон}})}. \quad (14)$$

Зависимость между допустимым напряжением и допустимой глубиной следа для почв, подготовленных под посев, имеет вид [2, ф. (2.11)]:

$$\sigma_{\text{дон}} = \frac{a}{b} \text{tg}(a \cdot b \cdot h_{\text{дон}}), \quad (15)$$

где $a = \sqrt{k_0}$; $b = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{h_{yml} \sqrt{k_0}}$,

где k_0 – коэффициент объемного смятия, Н/м³.

На основании зависимостей (14) и (15) получим:

$$\sigma_{don} = \frac{a}{b} \operatorname{tg} \left[a \cdot b \cdot H \frac{e - e_{don}}{(1 + e) - 2\nu \cdot (1 + e_{don})} \right]. \quad (16)$$

При расчете тандем-колес следует учитывать, что при повторном проходе колес происходит дополнительное уплотнение почвы. Для почв с одинаковыми по глубине свойствами можно использовать следующую зависимость:

$$\rho = \rho_n \left(1 + \kappa_{пред} - \frac{\kappa_s \beta}{\kappa} \ln \frac{p_0}{\sigma + \sigma_0} \right) \cdot (1 + \kappa_u \lg N), \quad (17)$$

где κ_u – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации;
 N – число циклов нагружения.

Допустимая плотность почвы, определенная на основании зависимости (17) при числе осей $N = 2$, будет равна:

$$\rho_{don} = \rho_n \left(1 + \kappa_{пред} - \frac{\kappa_s \beta}{\kappa} \ln \frac{p_0}{\sigma + \sigma_0} \right) \cdot (1 + \kappa_u \lg 2). \quad (18)$$

Определенное по зависимости (18) давление σ_{don} для тандем-колес будет меньше, чем при однократном проходе колеса.

Для почв, подготовленных под просев, для тандем-колес допустимое напряжение найдется из [2, ф. (3.25)] для случая $N=2$:

$$h_{don} = \frac{1}{a \cdot b} \operatorname{Arc} \cos \left(\frac{2^{-B_1}}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \sigma_{don}^2}} \right). \quad (19)$$

Допустимое давление q_{don} может быть несколько больше, чем допустимое напряжение в контакте колеса с почвой. Это объясняется тем, что при движении колеса с определенной скоростью v колесо не успевает полностью погрузиться в почву на глубину, соответствующую давлению q . Зная величину σ_{don} допустимое давление q_{don} находится по зависимости:

$$q_{don} = \sigma_{don} \left(1 + \frac{B_v \cdot v}{L_x} \right), \quad (20)$$

где B_v – опытный коэффициент, с⁻¹

v – скорость движения, м/с;

L_x – проекция длины опорной поверхности колеса на ось x , м.

Проекция длины опорной поверхности колеса на ось x L_x находится из зависимости:

$$L_x = \frac{F_{кл.}}{B}, \quad (21)$$

где $F_{кл.}$ – расчетная площадь пятна контакта шины с почвой, м²;

B – ширина шины, м.

Расчетная площадь пятна контакта равна:

$$F_{кл.} = \frac{G}{q_n}, \quad (22)$$

где G – нагрузка на колесо, Н;

q_n – максимальное давление колеса на почву, Па.

В зависимости (22) давление колеса на почву принято максимальным, так как давление в контакте колеса с почвой распределено неравномерно (рисунок 1).

Выбор параметров колеса производится по следующей методике [3, 4].

В зависимости от массы, действующей на колесо, задаемся наружным диаметром шины и определяем площадь пятна контакта на жестком основании:

$$F_{\text{КЖ}} = \frac{F_{\text{КП}}}{\kappa_1 \cdot \kappa_2}, \quad (23)$$

где $\kappa_1 = 1,1 \dots 1,6$ – коэффициент, зависящий от наружного диаметра шины;

$\kappa_2 = 1,5$ – коэффициент продольной неравномерности распределения давления по площади контакта.

Затем определяется ширина шины:

$$B = \frac{F_{\text{КЖ}}}{\kappa_{\text{он}} \cdot D}, \quad (24)$$

где $\kappa_{\text{он}}$ – коэффициент способности шины образовывать пятно контакта.

Коэффициент $\kappa_{\text{он}} = 0,16$ для обычных шин, $\kappa_{\text{он}} = 0,2$ для широкопрофильных шин и $\kappa_{\text{он}} = 0,24$ для пневмокотков.

Зная D и B по каталогу выбирается шина и проводится ее проверка на соответствие ГОСТ 26955-86.

Выводы

1. Обоснована зависимость допустимого давления колеса от коэффициента пористости почвы при различных агрофонах.

2. Предложена методика выбора размеров колес в зависимости от нагрузки и свойств почвы.

Литература

1. Воронин, А.Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. - М.: Изд-во МГУ, 1986.-244 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.
3. Техника сельскохозяйственная мобильная: ГОСТ 26953-86. - Введен впервые. Введен 14.07.86. -М.: Издательство стандартов. Методы определения воздействия движителей на почву, 1986. 4 с.
4. Техника сельскохозяйственная мобильная: ГОСТ 26955-86. - Введен впервые. Введен 14.07.86. -М.: Издательство стандартов. Нормы воздействия движителей на почву, 1986. -7 с.

УДК 631.43

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ПО ЭНЕРГОЗАТРАТАМ НА ПЕРЕДВИЖЕНИЕ

Орда А.Н., Шкляревич В.А. (БГАТУ)

Найдены зависимости для определения работы вертикальной деформации почвы и работы деформации почвы при сдвиге по величине которых можно оценивать параметры движителя.

Введение