

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ХОДОВЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ С ДОПУСТИМЫМ УРОВНЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ

Н.Н. Романюк,

ректор БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.С. Крук,

проректор по научной работе, канд. техн. наук, доцент

А.Н. Орда,

профессор каф. механики материалов и деталей машин, док. техн. наук, профессор

В.А. Шкляревич,

ст. преподаватель каф. механики материалов и деталей машин

Н.Л. Ракова,

зав. каф. механики материалов и деталей машин, канд. техн. наук, доцент

А.С. Воробей,

инженер научного отдела БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье рассматриваются вопросы изменения плотности почвы от действующих нагрузок ходовых систем машинно-тракторных агрегатов. Обоснованы зависимости по изменению плотности почвы при воздействии на нее движителей колесных тракторов. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложена методика выбора основных параметров ходовых систем колесных тракторов с допустимым уровнем воздействия на почву.

Ключевые слова: плотность, почва, напряжение, ходовая система, колесо, допустимое давление.

The article considers issues related to changes in soil density caused by loads exerted by the running gear of machine-tractor units. It substantiates the dependencies of soil density changes under the influence of wheeled tractor drive units. Based on theoretical and experimental studies, a methodology is proposed for selecting the main parameters of wheeled tractor running gear with an acceptable level of impact on the soil.

Keywords: density, soil, stress, running gear, wheel, permissible pressure..

Введение

Из-за вредного воздействия ходовых систем (движителей) машинно-тракторных агрегатов (МТА) на почву снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10...15 %, а корнеклубнеплодов – на 20...30 %. Установлено, что повышение плотности почвы, вызванное воздействием движителей тракторов и сельскохозяйственных машин, приводит к увеличению твердости почвы в 2...3 раза. Удельное сопротивление при обработке пахотного слоя после прохода тракторов повышается на 15...65 %, а транспортных средств и комбайнов – на 60...90 % [1-8].

Исследованию влияния воздействия на почву рабочих органов сельскохозяйственной техники посвящены работы В.В. Кацыгина, А.С. Кушнарева, В.А. Русанова, И.П. Ксеновича, В.А. Скотникова.

Целью данной работы является обоснование параметров ходовых систем колесных тракторов с допустимым уровнем воздействия на почву.

Основная часть

Дерново-подзолистые почвы наиболее распространены в Республике Беларусь. Они развиваются на моренных и озерно-ледниковых глинах и суглинках. В северной части республики, характеризующейся влажным климатом и преобладанием связных почвообразующих пород, дерново-подзолистые почвы занимают обычно приподнятые участки рельефа. В центральной и южной частях они приурочены к выровненным местам и пологим склонам. Общая земельная площадь таких почв в стране составляет 20760 тыс. га [9].

Дерново-подзолистые почвы обладают неблагоприятными водно-физическими свойствами. Для них харак-

терна высокая плотность, низкая (у суглинков и глин) или высокая (у песков и супесей) водопроницаемость.

По данным Н.И. Афанасьева [10], плотность пахотного слоя суглинистых почв превышает оптимальную на 180-200 кг/м³, а подпахотных – на 350-500 кг/м³. Оптимальная плотность почвы зависит от ее гранулометрического состава и выращиваемой культуры. Для большинства сельскохозяйственных культур величина оптимальной плотности пахотного горизонта составляет 1100-1250 кг/м³ [11].

В таблице 1 приведена равновесная плотность дерново-подзолистых почв Беларуси [11] для различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. Равновесная плотность дерново-подзолистых почв

Почва	Культура	Слой почвы, см	Плотность, кг/м ³
Супесчаная на рыхлой супеси	Овощи	0-28	1590
		28-53	1850
Супесчаная на рыхлой супеси	Озимая пшеница	0-20	1440
		20-40	1760
Легкосуглинистая на лессовом суглинке	Картофель	0-20	1180
		20-30	1340
		30-40	1480
Временно избыточно увлажненная средне-суглинистая на среднем суглинке	Лен	0-22	1490
		22-45	1740

Из таблицы 1 видно, что только в пахотном горизонте под картофелем плотность почвы оптимальна, а в остальных случаях равновесная плотность почв выше оптимальной. Это объясняется естественными причинами (содержание большого количества пыли) и влиянием тяжелой техники.

Согласно исследованиям А.М. Кононова [12], проведенным на дерново-подзолистой суглинистой почве Могилевской области, плотность почвы в следе колесного трактора класса 50 кН увеличилась до 1410-1460 кг/м³, гусеничного трактора класса 30 кН – до 1400-1430 кг/м³, а колесного трактора класса 14 кН – до 1400 кг/м³, в то время как плотность почвы на контрольной делянке составляла 1090 кг/м³ при влажности 19 %.

Из исследований Г.Д. Белова и А.П. Подолько [13] следует, что плотность дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы после однократного прохода колесного трактора класса 14 кН увеличилась на 210 кг/м³, а после пятикратного прохода – на 550 кг/м³. При этом подчеркивается большое влияние влажности на плотность почвы. Так, сухая или очень влажная почва менее уплотняется. Однако при влажности свыше 26 % образовался след глубиной 10-12 см. Урожайность зерновых в следах тракторов составляла 85-90 % по сравнению с контрольными делянками.

Повторяющиеся из года в год воздействия движителей тракторов на почву приводят к необратимо-

му уплотнению подпахотных слоев. По данным А.М. Кононова [14], почва опытного поля в результате ежегодной обработки стала более плотной на глубине до 0,7 м по сравнению с целинным участком, который не обрабатывался в течение 30 лет (табл. 2).

Почвы Беларуси обладают малым содержанием гумуса и водопрочных агрегатов. Для улучшения физических свойств почв в республике применяются – глубокое рыхление, шелевание, чизелевание, которые обеспечивают разуплотнение подпахотного слоя почвы, увеличение водоаккумулирующей способности и создание на поверхности мульчирующего слоя почвы. С помощью данных агротехнологических мероприятий повышается также противоэрозийная устойчивость [15, 16].

Особенно отрицательно сказывается уплотнение почвы на урожай корне- и клубнеплодов, так как у этих культур вся наиболее ценная часть урожая формируется в почве.

Рассмотрим процесс уплотнения почвы, подстилаемой плотным основанием. При выводе зависимости между контактным напряжением и плотностью почвы будем допускать, что уплотняется только пахотный слой высотой H . Это допущение основано на том, что рыхлая почва характеризуется повышенной способностью поглощения энергии.

Масса слоя почвы, подвергающегося уплотнению штампом с единичной площадью основания, равна

Таблица 2. Изменение плотности почвы в результате 30-летней обработки

Слой почвы, см	Плотность почвы, кг/м ³		Прирост плотности	
	Целинный участок	Поле в севообороте	кг/м ³	%
0-10	1290	-	-	-
10-20	1330	1400	70	5,3
20-30	1420	1500	80	5,6
30-40	1470	1560	90	6,1
40-50	1530	1600	70	4,6
50-60	1550	1650	100	6,5
60-70	1600	1680	80	5,0

$$M_{\Pi} = (H - 2 \cdot v \cdot h) \cdot \rho_{\Pi}, \quad (1)$$

где H – высота пахотного слоя, м;

v – коэффициент бокового расширения почвы для случая деформирования с ограниченной возможностью расширения;

h – глубина следа, м;

ρ_{Π} – плотность почвы, кг/м³.

После уплотнения почвы ее эффективный слой имеет высоту $H-h$.

Тогда масса слоя почвы после воздействия штампом с единичной площадью будет равна

$$M_{\Pi} = F \int_0^{H-h} \rho(x) dx,$$

где F – площадь основания штампа, м^2 .

Установлено, что зависимость плотности почвы от глубины x выражается экспонентой [4; 17]. С учетом этого

$$M_{\pi} = \int_0^{H-h} [\rho_0 - k_1 \cdot \sigma_0 \cdot (1 - e^{-\beta \cdot x})] dx,$$

где ρ_0 – площадь почвы у основания штампа после уплотнения, кг/м^3 ;

k_1 – коэффициент уплотнения, $\text{кг/Н} \cdot \text{м}$;

σ_0 – напряжение в контакте штампа с почвой, Па ;

β – коэффициент распределения напряжений, м^{-1} .

Значение этого интеграла равно

$$M_n = \left\{ \rho_0 (H - h) - k_1 \cdot \sigma_0 \times \left[(H - h) + \frac{1}{\beta} e^{-\beta(H-h)} - \frac{1}{\beta} \right] \right\}. \quad (2)$$

Из зависимостей (1) и (2) найдем плотность верхнего слоя почвы после уплотнения:

$$\rho_0 = \rho_{\pi} \frac{H - 2 \cdot v \cdot h}{H - h} + \frac{k_1 \cdot \sigma_0}{H - h} \times \left[(H - h) + \frac{1}{\beta} (e^{-\beta(H-h)} - 1) \right]. \quad (3)$$

Зависимость между деформацией верхнего слоя почвы и величиной контактного напряжения показана на рисунке 1.

Для определения величины деформации h рыхлой почвы, подстилаемой прочным основанием (почва, подготовленная под посев), предложена следующая зависимость между сопротивлением и осадкой (рис. 1) [4; 18]:

$$\sigma = \frac{a}{b} \cdot \text{tg}(a \cdot b \cdot h), \quad (4)$$

где $a = \sqrt{k_0}$;

$$b = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{h_{\text{упл}} \sqrt{k_0}};$$

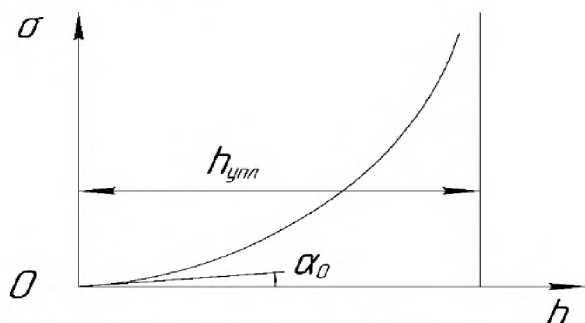


Рисунок 1. Зависимость между напряжением и осадкой для почвы, подготовленной под посев

$$h_{\text{упл}} = H \cdot \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_{\min}}{(1 + \varepsilon_0) [1 - 2 \cdot v (1 + \varepsilon_{\min})]},$$

где $h_{\text{упл}}$ – предельная величина деформации, м ;

H – высота пахотного слоя, м ;

ε_0 – коэффициент пористости почвы до нагружения;

$\varepsilon_{\min}$ – минимально возможный коэффициент пористости почвы;

k_0 – коэффициент объемного смятия почвы в начальной стадии деформирования, когда касательная кривой проходит под углом α_0 , Н/м^3 .

Для создания оптимальных условий произрастания растений обычно проводится предпосевное уплотнение почвы до оптимальной величины. Поэтому необходимо, чтобы плотность почвы в следах колес МТА не превышала величину оптимальной плотности (табл. 3).

Используя данные таблицы 3, задаемся величиной оптимальной плотности почвы. Средняя по глубине оптимальная плотность почвы пахотного слоя равна

Таблица 3. Значения оптимальной плотности для сельскохозяйственных культур

Почва	Культура	Оптимальная плотность, кг/м^3	Авторы исследования
Дерново-подзолистая суглинистая на моренном тяжелом суглинке	Овес	1100	И.Б. Ревут
Тяжелосуглинистая пылевая	Картофель	1100-1190	В.А. Писарев В.Д. Воривода
Дерново-слабоподзолистая супесчаная	Кукуруза	1450	И.Б. Ревут
Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая	Кукуруза	1100	И.Б. Ревут

$$\rho_{\text{опт}} = \rho_{\pi} \frac{H - 2 \cdot v \cdot h_{\text{доп}}}{H - h_{\text{доп}}}. \quad (5)$$

Из зависимости (5) определится допустимая глубина следа

$$h_{\text{доп}} = H \frac{\rho_{\text{опт}} - \rho_{\pi}}{\rho_{\text{опт}} - 2 \cdot v \cdot \rho_{\pi}}. \quad (6)$$

Допустимое вертикальное снижающее напряжение определяется по зависимости (4)

$$\sigma_{\text{доп}} = \frac{a}{b} \text{tg}(a \cdot b \cdot h_{\text{доп}}) \quad (7)$$

Для определения глубины следа необходимо знать величину напряжения в контакте колеса с почвой σ , которое зависит не только от величины давления q_{max} , но и от скорости движения, и определяется по формуле [4]:

$$\sigma = \frac{q_{\text{max}}}{1 + \frac{B_v \cdot g}{L_x}}, \quad (8)$$

где B_v – коэффициент, зависящий от свойств почвы;

ϑ – скорость поступательного движения, м/с;

L_x – длина горизонтальной проекции опорной поверхности колеса на почву, м.

Допустимое давление колеса на почву определится с учетом скорости его поступательного движения на основании зависимости

$$q_{\text{доп}} = \sigma_{\text{доп}} \left(1 + \frac{B_v \cdot \vartheta}{L_x} \right). \quad (9)$$

По зависимости (9), с учетом найденного значения $\sigma_{\text{доп}}$, определяется плотность почвы в контакте с колесом и проверяется, находится ли она в диапазоне оптимальной плотности.

Для многоосных колесных ходовых систем допустимое напряжение почвы, подготовленной под посев, находится из следующей зависимости:

$$h_{\text{доп}} = \frac{1}{a \cdot b} \operatorname{Arc} \cos \left(\frac{n^{-B_1}}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \sigma_{\text{доп}}^2}} \right), \quad (10)$$

где B_1 – опытный коэффициент.

С помощью зависимостей (5-10) находится допустимое давление колес на почву, подготовленную под посев.

Найдем допустимое давление колес на связную почву с одинаковыми по глубине физическими свойствами. Величину допустимого по критерию уплотнения почвы давления колеса $q_{\text{доп}}$ при однократном проходе находим из зависимости [4; 18]:

$$q_{\text{доп}} = k \frac{\rho_{\text{опт}} - \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} \cdot \beta}, \quad (11)$$

где $\rho_{\text{опт}}$ – оптимальная величина плотности почвы, при которой получается наибольшая урожайность, кг/м³;

k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

При использовании многоосных ходовых систем давление колес должно быть меньше, чем при однократном проходе колеса, так как происходит дополнительное уплотнение почвы при повторных приложениях нагрузки. Допустимые давления в этом случае определяются с учетом закономерностей деформирования почв [4; 19; 20]:

а) для сильно упрочняющихся почв

$$\left(\frac{\rho_{\text{опт}}}{\rho_{\text{п}}} \right)_N = 1 + \frac{\beta}{k} \cdot \rho_0 \cdot \operatorname{th} \left(\operatorname{Arch} \frac{N^B}{\sqrt{1 - \frac{q_{\text{доп}}^2}{\rho_0^2}}} \right), \quad (12)$$

где N – количество уплотняющих воздействий на почву (число проходов движителей по одному следу);
 B – коэффициент накопления повторных осадок почвы, Н/м;

б) для слабо упрочняющихся почв

$$q_{\text{доп}} = k \frac{\left[\left(\frac{\rho_{\text{опт}}}{\rho_{\text{п}}} \right)_N - 1 \right]}{\beta \cdot (1 + k_u \cdot \lg N)}, \quad (13)$$

где k_u – коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации.

Для наиболее часто встречающихся почв значения допустимых давлений приведены на рис. 2.

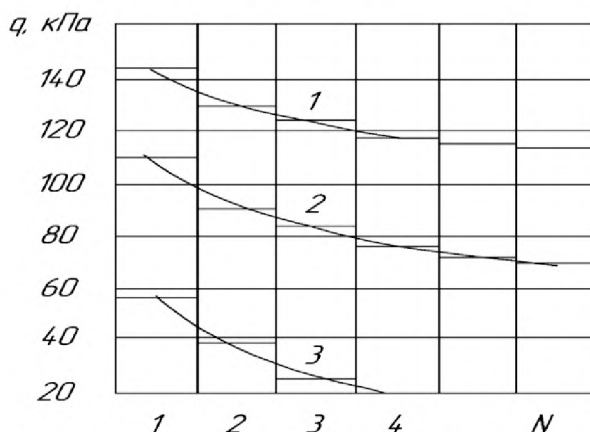


Рисунок 2. Допустимые давления колес на почву: 1 – сильно упрочняющаяся почва; 2 – слабо упрочняющаяся почва; 3 – почва, подготовленная под посев

Определив давление, можно найти нагрузку на колесо [21]

$$G = \xi B L_x q,$$

где ξ – коэффициент, учитывающий характер распределения давлений в контакте колеса с почвой.

$$L_x = \sqrt{Dh} + \sqrt{Du},$$

где D – диаметр колеса, м;

u – деформация шины, м.

Определив допустимые давления колес на почву, находим размеры колес и их количество в зависимости от массы машины.

Величина проекции на горизонтальную плоскость длины контакта колеса с почвой равна

$$L_x = f \cdot D + \sqrt{D \cdot u}, \quad (14)$$

где f – коэффициент сопротивления качению колес.

При получении данной зависимости была использована формула Ф.А. Опейко, связывающая глубину следа с коэффициентом сопротивления смятию почвы [22]

$$h = \mu^2 \cdot D,$$

где μ – коэффициент сопротивления смятию почвы.

Допущение о равенстве коэффициентов сопротивления качению колеса f и сопротивления смятию почвы μ было принято на том основании, что энергия, затрачиваемая на деформацию почвы, значительно превышает энергию на деформацию шины.

Задавшись величиной диаметра колеса, находим ширину колеса

$$B_k = \frac{\xi \cdot G}{v \cdot q \cdot (f \cdot D + \sqrt{D \cdot u})} \quad (15)$$

Для определения размеров колес составлена номограмма (рис. 3) на основании метода вспомогательного переменного

$$t = \frac{\xi \cdot G}{v \cdot q} \quad (16)$$

С учетом формулы (16) ширина колеса определяется по следующей формуле:

$$B_k = \frac{t}{f \cdot D + \sqrt{D \cdot u}},$$

где t – вспомогательная переменная.

С помощью предложенной номограммы (рис. 3) определяются размеры колес ходовой системы с допустимым давлением на почву.

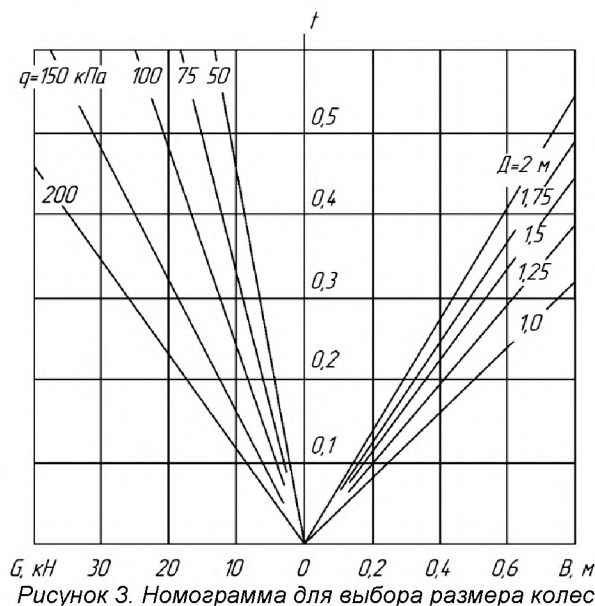


Рисунок 3. Номограмма для выбора размера колес

Заключение

1. Ходовые системы машинно-тракторных агрегатов чрезмерно уплотняют почву, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению расхода энергии на обработку почвы.

2. Обоснованы зависимости по изменению плотности почвы при воздействии на нее движителей колесных тракторов.

3. На основании теоретических и экспериментальных исследований предложена методика выбора основных параметров ходовых систем. Допустимые

давления колес на почву, подготовленную под посев, составляют 60...80 кПа, на стерню – 80...120 кПа в зависимости от типа почвы, ее влажности и количества осей ходовой системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
2. Кушнарв, А.С. Уменьшение вредного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машинных агрегатов при внедрении индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А.С. Кушнарв, В.М. Мацепуро. – М.: Всесоюз. ордена «Знак Почета» сельхоз. институт заочного образования, 1986. – 56 с.
3. Шило, И.Н. Механический предохранитель рабочего органа машины для обработки почвы / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 1. – С. 30-33.
4. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / Орда Александр Николаевич; Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – Минск: БГАТУ, 1997. – 269 л.
5. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03; 05.20.01 / Романюк Николай Николаевич; Белор. гос. аграрн. техн. ун-т. – Минск: БГАТУ, 2008. – 206 л.
6. Влияние многоосной ходовой системы машинно-тракторных агрегатов на плотность почвы / И.Н. Шило [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – № 1. – С. 31-36.
7. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шклярович, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2014. – № 6. – С. 2-7.
8. Чигарев, Ю.В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романюк, Ю.В. Устиненко // Весці акадэм. аграрн. навук Беларусі. – 1997. – № 3. – С. 68-70.
9. Смеян, Н.И. Почвы и структура посевных площадей / Н.И. Смеян. – Минск: Ураджай, 1993. – 152 с.
10. Афанасьев, Н.И. Основные проблемы физики дерново-подзолистых почв БССР и пути их решения / Н.И. Афанасьев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 128-138.
11. Роль оптимизации физических свойств почв Белоруссии в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Н.И. Афанасьев, Н.И. Янович, А.В. Горюнова, А.М. Русалович. – Минск: БелНИИТИ, 1985. – 35 с.
12. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-цепных качеств и агротехнической проходимо-

сти колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Кононов Александр Матвеевич; Белорус. гос. с.-х. академия. – Горки, 1974. – 43 с.

13. Белов, Г.Д. Уплотнение почвы и урожайность зерновых / Г.Д. Белов, А.П. Подолько. – Минск: Ураджай, 1985. – 64 с.

14. Кононов, А.М. Об агротехнической проходимости тракторов по почве / А.М. Кононов // Труды УСХА. – Вып. 212: Совершенствование технологических процессов и рабочих органов с.-х. машин. – Киев, 1978. – С. 54-56.

15. Дмитриев, А.М. Механизация обработки почвы и повышение ее противозерозионной устойчивости / А.М. Дмитриев, Р.Л. Турецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, – 1990. – Вып. 33. – С. 8-17.

16. Бондарев, А.Г. Физические свойства почв как теоретическая основа их уплотнения сельскохозяйственной техникой / А.Г. Бондарев // Влияние сельскохозяйственной техники на почву: науч. тр. / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – Москва, 1981. – С. 3-9.

17. Вопросы сельскохозяйственной механики: в 22 т; ред. совет: М.Е. Мацепуро [и др.]. – Т. 13: Основы теории выбора оптимальных параметров мобиль-

ных сельскохозяйственных машин и орудий / В.В. Кацыгин. – Минск: Ураджай, 1964. – 270 с.

18. Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств: монография / Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2020. – 200 с.

19. Афанасьев, Н.И. Влияние уплотнения машинно-тракторными агрегатами на свойства, режимы почвы и урожай сельскохозяйственных культур: дерново-подзолистые почвы Белоруссии / Н.И. Афанасьев, И.И. Подобедов, А.Н. Орда // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – М.: Наука, 1987. – С. 46-59.

20. Закономерности уплотнения почвы под воздействием колес сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2016. – № 2. – С. 2-8.

21. Влияние количества осей ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа / И.Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2016. – № 4. – С. 37-41.

22. Опейко, Ф.А. Колесный и гусеничный ход / Ф.А. Опейко. – Минск: академия с.-х. наук БССР, 1960. – 228 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.06.2025

Независимая навеска и система стабилизации штанги опрыскивателя «Мекосан-2500-18»

Предназначена для снижения амплитуды колебаний штанги и повышения надежности ее несущей конструкции.

Применение разработки позволяет эффективно гасить колебания штанги, возникающие вследствие движения колес опрыскивателя по неровности поверхности поля, что обеспечивает высокую равномерность распределения пестицидов по обрабатываемому объекту, а также повышение надежности несущей конструкции штанги.



Основные технические данные

Марка машины	Мекосан-2500-18
Производительность за 1 час времени, га:	
- сменного	10,9
- эксплуатационного	10,7
Система навески штанги на остова опрыскивателя	Независимая
Способ крепления рамки штанги к остова опрыскивателя	Параллелограммная навеска
Амплитуда колебаний краев штанги, м	до 0,1
Рабочая скорость движения, км/ч	9-12
Качество выполнения технологического процесса:	
- неравномерность распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не более	15
- снижение неравномерности распределения рабочей жидкости по ширине захвата, %, не менее	5
Габаритные размеры опрыскивателя в транспортном положении, мм, не более	6045x2425x2215
Габаритные размеры опрыскивателя в рабочем положении (при высоте установки штанги 600 мм), мм, не более	6045x18250x2215
Дорожный просвет, мм	350
Увеличение массы опрыскивателя, кг	на 120