

качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования : Сборник статей III Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 02–03 декабря 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 234–239. – EDN FLAJGR.

7. Патент на полезную модель № 224908 U1 Российская Федерация, МПК В04В 1/08, А01J 11/06, А01J 11/00.Сепаратор-молокоочиститель: № 2024101603; заявл. 24.01.2024; опубл.: 08.04.2024 / А.В. Яшин, Ю.В. Польшивный, А.А. Гусев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пензенский государственный аграрный университет"

Summary. An expression has been defined that makes it possible to determine the critical radius of an impurity particle capable of being released in the interstitial space of the separator-milk cleaner drum, and the calculation has established that the minimum radius of an impurity particle released by the separator is $r_{\text{крит}} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$.

УДК 631.43:629.1

Орда А.Н.¹, доктор технических наук, профессор;

Шкляревич В.А.¹, старший преподаватель;

Ракова Н.Л.¹, кандидат технических наук, доцент;

Воробей А.С.², кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник

¹*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

²*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*

ОБОСНОВАНИЕ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЧВУ

Аннотация. Приведены данные по изменению плотности почвы при воздействии на нее ходовыми системами тракторов. Предложены пути снижения уровня уплотняющего воздействия ходовых систем на почву.

Abstract. The data on soil density changes under the influence of tractor undercarriage systems are given. Ways to reduce the level of compacting impact of undercarriage systems on soil are suggested.

Ключевые слова: плотность, почва, напряжение, ходовая система, колесо, гусеница, деформация почвы.

Keywords: density, soil, stress, running system, wheel, track, soil deformation.

Воздействие ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на почву ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10...15 %, а корнеклубнеплодов – на 20...30 % [1, 2, 3].

Изучалось уплотнение почвы ходовыми системами тракторов. На уплотненных тракторами делянках произошло снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Достоверное снижение урожайности овса получили при трех- и пятикратном уплотнении колесными тракторами и при пятикратном уплотнении гусеничным трактором. Смесь гороха с кукурузой (зеленая масса) и кормовая свекла более чувствительны к уплотнению почвы. Достоверное снижение урожая этих культур получили от однократного воздействия тракторов [3, 4, 6].

Уплотняющее воздействие движителей будем оценивать глубиной следа, плотностью почвы в следе и высотой уплотняемого слоя. Проанализируем, как влияют параметры ходовой системы (давление, количество осей, нагрузка, приходящаяся на ходовую систему, размеры колес) на следообразование и уплотнение почвы.

В случае изменения давления в зависимости обратно пропорциональной количеству осей N глубина следа для сильно упрочняющихся почв определится из исследований [3]:

$$H_N = \frac{p_0}{k} \cdot \text{Arch} \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - (\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0)^2}}, \quad (1)$$

где p_0 – несущая способность почвы, Па; k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³; ξ – коэффициент, учитывающий закономерность распределения давлений под опорной поверхностью колеса; F_k – площадь контакта колеса с почвой, м²; Q – нагрузка трактора на ходовую систему, Н.

Анализ зависимости (1) показал, что при увеличении количества осей многоосной ходовой системы глубина следа уменьшается.

Уплотнение верхнего слоя почвы для такого нагружения определяется по формуле [3,5]:

$$\left(\frac{\rho_0}{\rho_{\Pi}} \right)_N = \frac{\beta}{k} \cdot p_0 \left[\text{Arch} \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - (\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0)^2}} \right], \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность почвы в контакте с колесом, кг/м³; ρ_{Π} – исходная плотность почвы, кг/м³; β – коэффициент распределения напряжений в почве, м⁻¹; b – коэффициент накопления повторных осадок.

Высота уплотняемого слоя почвы x_{hN}

$$x_{hN} = \frac{1}{\beta} \ln \left\{ \frac{p_0}{\sigma_{x0}} \cdot \left[\text{Arch} \frac{N^{b \cdot k / p_0^2}}{\sqrt{1 - (\xi \cdot Q / F_k \cdot N \cdot p_0)^2}} \right] \right\}, \quad (3)$$

где σ_{x0} – напряжение, при котором не наблюдается уплотнение почвы, Па.

Из рисунка 1, построенного на основании зависимостей (2) и (3), видно, что увеличение количества осей ходовой системы при одинаковой общей нагрузке ведет к снижению уплотнения верхнего слоя почвы и высоты уплотняемого слоя. При возрастании отношения $\xi \cdot G / (F_k \cdot p_0)$ интенсивность снижения уплотнения почвы растет при увеличении количества осей. Однако во всех случаях при достижении четырех и более осей интенсивность убывания уплотнения заметно снижается.

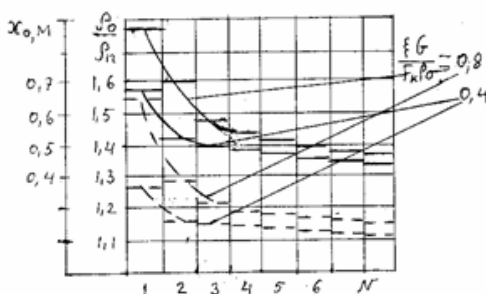


Рисунок 1 – Влияние числа осей на уплотнение почвы:
 — — высота уплотняемого слоя; - - - уплотнение почвы.

При изучении слеодообразования на слабо упрочняющихся почвах применялись зависимости глубины следа от числа проходов колес [3, 5, 7, 8, 9, 10, 11]. Зависимость накопления повторных осадков имеет вид:

$$h_N = \frac{p_0}{k} \cdot \text{Arch} \frac{\xi \cdot G}{F_k \cdot N \cdot p_0} (1 + k_u \cdot \lg N), \quad (4)$$

где k_u — интенсивность накопления повторных осадков на слабо упрочняющихся почвах.

Уплотнение верхнего слоя почвы:

$$\left(\frac{p_0}{p_n} \right)_n = \frac{\beta}{k} \text{Arch} \frac{\xi \cdot G}{F_k \cdot N} (1 + k_u \cdot \lg N), \quad (5)$$

Для слабо упрочняющихся почв эффект уменьшения глубины следа и уплотнения почвы при увеличении количества осей (рис. 2) снижается по сравнению со слеодообразованием на сильно упрочняющихся почвах. Значения коэффициента интенсивности накопления повторных деформаций, несущей способности и коэффициента объемного смятия принимались на основании исследований [3, 4].

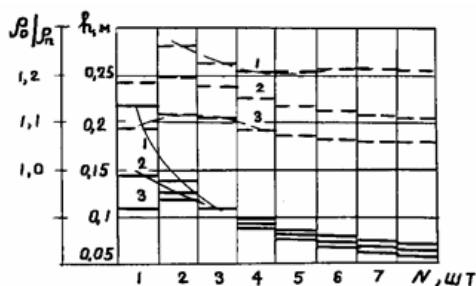


Рисунок 2 – Зависимость глубины следа (—) и уплотнения (---) слабо упрочняющейся почвы от числа осей:

1 – $k_u = 2$, 2 – $k_u = 4$, 3 – $k_u = 6$.

Закключение 1. Воздействие на почву ходовых систем тракторов приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Достоверное снижение урожайности овса получили при трех и пяти кратном уплотнении колесными тракторами. Смесь гороха с кукурузой и кормовая свекла более чувствительны к уплотнению почвы. Достоверное снижение урожая этих культур получили при однократном воздействии тракторов.

2. При эксплуатации машинно-тракторных агрегатов воздействие их ходовых систем на почву оценивается не только глубиной следа, но и уплотнением верхнего слоя почвы, высотой уплотняемого слоя и характером распределения плотности по глубине. Для расчета показателей уплотнения почвы применен энергетический метод, основанный на закономерностях поглощения энергии различными слоями почвы. В результате получены закономерности уплотнения связных почв и рыхлых почв, подстилаемых плотным основанием, в различных режимах нагружения.

3. Анализ полученных зависимостей показал, что увеличение количества осей ходовой системы при сохранении общей нагрузки ведет к снижению уплотнения верхнего слоя почвы и высоты уплотняемого слоя. При увеличении количества осей свыше четырех интенсивность убывания уплотнения заметно снижается.

Список использованной литературы

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 промышленных технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. С. Кушнарв, В. М. Мацепуро // – М.: Всесоюзн. ордена «Знак Почета» сельскохозяйств. институт заочного образования, 1986. – 56 с.

3. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда. – Минск: БГАТУ, 1997. – 269 л.

4. 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.

5. Кацыгин, В. В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий / В. В. Кацыгин // Вопросы с.-х. механики. – Минск: Ураджай, 1964. – Т. 13. – С. 5–147.

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. DOI: <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-1-31-36>.

7. Закономерности накопления повторных осадков почвы при воздействии ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники / И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, А. Н. Орда, В. А. Шкляревич, 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. аграр. навук РБ. – 1997. – №3. – С. 68–70.

9. Романюк, Н. Н. Определение деформации почвы от вибрационных нагрузок сельскохозяйственных движителей / Н. Н. Романюк // Моделирование и прогнозирование аграрных энергосберегающих процессов и технологий : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 22-24 апреля 1998 г. : в 2 ч. Ч. 2. - Минск : БАТУ, 1998. – С. 34–37.

10. Обоснование закономерностей деформирования почв различных агрофонов под воздействием колес / И.Н. Шило [и др.] // Агропанорама. – 2018. – N 2. – С. 2–6.

11. Влияние количества осей ходовой системы мобильной сельскохозяйственной техники на глубину следа = Influence of the number of undercarriage axles of mobile agricultural machinery on the depth of track / И. Н. Шило [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – N 4. – С. 37–41.

Summary. The impact of tractor chassis on the soil leads to a decrease in the yield of agricultural crops. When operating machine and tractor units, the impact of their chassis on the soil is assessed not only by the depth of the track, but also by the compaction of the upper soil layer. To calculate the indicators of soil compaction, an energy method was used based on the patterns of energy absorption by different soil layers. As a result, the patterns of compaction of cohesive soils and loose soils underlain by a dense base were obtained under various loading conditions.