

УДК 631.171

UDC 631.171

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 – Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ХАРАКТЕРА КРЮКОВОЙ НАГРУЗКИ НА ВЫХОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

REDUCTION OF IMPACT OF UNSTEADY NATURE OF HOOK LOAD ON OUTPUT INDICATORS OF ARABLE LAND UNIT

Щитов Сергей Васильевич

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 4944 –6871

email: shitov.sv1955@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitov Sergey Vasilyevich

Dr.Tech.Sci., professor

RSCI SPIN–code: 4944–6871

email: shitov.sv1955@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Кривуца Зоя Фёдоровна

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 6124 –5403

email: zfk20091@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Krivutsa Zoya Fedorovna

Dr.Tech.Sci., professor

RSCI SPIN–code: 6124–5403

email: zfk20091@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Поликутина Елена Сергеевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN–код: 5782 –6936

email: e.polikytina@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Polikutina Elena Sergeevna

Candidate of Technical Sciences

RSCI SPIN–code: 5782–6936

email: e.polikytina@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Соболева Наталья Владимировна

Преподаватель

РИНЦ SPIN–код: 6415 –8010

email: Soboleva.07@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Soboleva Natalia Vladimirovna

Teacher

RSCI SPIN code: 6415 –8010

email: Soboleva.07@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Щитова Виктория Андреевна

Студент

РИНЦ SPIN–код: 6973 –8321

email: vikasitova814@gmail.com

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitova Victoria Andreevna

Student

RSCI SPIN–code: 6973 –8321

email: vikasitova814@gmail.com

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Для проведения работ, связанных с внесением семенного материала в почву технологией возделывания предусмотрена такая операция как подготовка почвы. Наибольшее распространение получили следующие виды подготовки почвы к посевным работам – вспашка, безотвальная обработка и глубокое рыхление. У всех вышеобозначенных сельскохозяйственных

For carrying out work related to the introduction of seed material into the soil, cultivation technology provides for such an operation as soil preparation. The most widespread types of soil preparation for sowing operations are plowing, tillage and deep loosening. All of the above-mentioned agricultural operations for preparing the soil for sowing have one goal - to improve the livelihoods of cultivated crops. This can

операций по подготовке почвы к посевным работам преследуется одна цель – улучшение жизнедеятельности возделываемых сельскохозяйственных культур. Это можно достичь за счёт сохранения физико–механических свойств почвы, улучшения водно–воздушного режима и её плодородия. Каждый из вышеобозначенных способов подготовки почвы для проведения посевных работ имеет свои преимущества и недостатки. Остановимся более подробно на подготовке почвы к посеву с применением пахотных машинно–тракторных агрегатов. На основании анализа ранее проведенных исследований авторы отмечают следующие положительные стороны после прохода пахотного агрегата по полю: – улучшение коэффициента структурности почвы; – улучшение воздухообмена почвы; – улучшение пористости почвы; – улучшение водопроницаемости почвы; – улучшение плодородия почвы за счёт перемещения в нижние слои пожнивных остатков, которые со временем становятся дополнительным источником питательных веществ для возделываемых культур; – уничтожение вредной растительности (сорняков) и снижение активности их роста; – уничтожение паразитов затрудняющих рост возделываемых сельскохозяйственных культур. Несмотря на большое количество положительных сторон от применения пахотных агрегатов авторы отмечают и негативные последствия от применения пахотных агрегатов: – ухудшение состояния микрофлоры почвы; –увеличение площади уплотнения почвы ходовыми системами пахотного агрегата из–за большого количества их проходов по полю; – ухудшение жизнеобеспечения различных бактерий в почве; – высокая энергоёмкость при использовании пахотных агрегатов; – высокая нагрузка на трансмиссию энергетического средства из–за неустановившегося характера крюковой нагрузки при выполнении пахотных работ. В Амурской области нашли широкое применение колёсные тракторы класса 5 и выше на сдвоенных колесах. Это связано с тем, чтобы снизить нормальное давление движителей на почву и тем самым в конечном итоге уменьшить энергозатраты при проведении пахотных работ. В тоже время постановка сдвоенных колёс в целом увеличивает момент инерции энергетического средства. В связи с этим представляет определённый интерес, как дополнительные установленные колёса на энергетическое средство будет влиять на колебания его ведущего момент

Ключевые слова: ВСПАШКА, ВЕДУЩИЙ МОМЕНТ, ПАХОТНЫЙ АГРЕГАТ, ПОЧВА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ТРАКТОР

be achieved by preserving the physical and mechanical properties of the soil, improving the water–air regime and its fertility. Each of the above methods for preparing soil for planting has advantages and disadvantages. Let's dwell in more detail on the preparation of soil for sowing using arable machine and tractor units. Based on the analysis of previous studies, the authors note the following positive aspects after the passage of the field plowing unit: - improves soil structure coefficient; - improves soil air exchange; - improves soil porosity; - improves soil water permeability; - increases soil fertility by moving plant residues to the lower layers, which eventually become an additional source of nutrients for cultivated crops. crops; - destruction of harmful vegetation (weeds) and a decrease in their growth activity; - elimination of parasites hindering the growth of cultivated crops. Despite the large number of positive aspects from the use of arable aggregates, the authors also note the negative consequences from the use of arable aggregates: – deterioration of the soil microflora; –an increase in the area of soil compaction by the running systems of the arable unit due to the large number of their passages through the field; – deterioration of the life support of various bacteria in the soil; – high energy consumption when using arable units; – high load on the transmission of an energy vehicle due to the unsteady nature of the hook load during arable work. In the Amur Region, class 5 and higher wheeled tractors on twin wheels are widely used. This is due to the fact that the normal pressure of the propulsors on the soil is reduced and thereby ultimately reduce the energy consumption during arable work. At the same time, the setting of twin wheels as a whole increases the moment of inertia of the energy means. In this regard, it is of some interest as additional installed wheels for an energy tool

Keywords: PLOWING, DRIVING MOMENT, ARABLE UNIT, SOIL, ENERGY AGENT, TRACTOR

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-214-023>

<http://ej.kubagro.ru/2025/10/pdf/23.pdf>

Введение.

Эффективность использования любого сельскохозяйственного агрегата в первую очередь оценивается его производительностью при обязательном сохранении качества выполненной работы. При определении величины производительности не учитывается такой внешний фактор, как неустановившейся характер крюковой нагрузки, который передаётся на ведущие колёса, а далее через трансмиссию непосредственно на двигатель. Колебание крюковой нагрузки вызывает:

- снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания;
- снижение скорости движения сельскохозяйственного агрегата в связи с увеличением величины проскальзывания (буксования) ведущих колёс трактора относительно опорной поверхности, по которой он движется.

Между скоростью движения сельскохозяйственного агрегата и производительностью существует прямая зависимость, а, следовательно, это скажется в конечном итоге на его производительность. В настоящее время в хозяйствах области нашли широкое применение колёсные энергетические средства (тракторы) на сдвоенных колёсах, что даёт возможность повысить их тяговые возможности с одновременным снижением нормального давления на почву. В свою очередь это сказывается на ряде показателей почвы (плотности сложения, твёрдости, коэффициенте характеризующим изменение структурного состава) непосредственно влияющих в дальнейшем на рост и развитие возделываемой культуры. Одним из вариантов (способов) снижения негативного воздействия движителей колёсных энергетических средств (тракторов) на почву является увеличение площади соприкосновения их с опорным основанием путём постановки дополнительных колёс. За счёт

увеличения площади их контакта с почвой снижается уплотнение её верхнего слоя, что, в свою очередь, способствует улучшению произрастания и развития растений. Наряду с этим увеличиваются и тягово–цепные свойства энергетического средства, что позволяет уменьшить величину буксования энергетического средства, и тем самым улучшить коэффициент структурности почвы. В месте с тем постановка дополнительных колёс на энергетическое средство (трактор) приводит к увеличению момента инерции. В связи с этим представляет интерес, как будут влиять дополнительно установленные на энергетическое средство колёса на его выходные показатели при выполнении такой энергоёмкой операции как вспашка.

Материалы и методы.

Цель проводимых исследований: повышение эффективности работы пахотного агрегата за счёт уменьшения колебания крюковой нагрузки.

Задача исследований – выявить влияние сдвоенных колёс на выходные показатели пахотного агрегата.

Как уже отмечалось ранее [1] эффективность использования пахотных агрегатов в общем случае определяется его производительностью. Производительность пахотного машинно–тракторного агрегата в общем случае можно определить по следующему выражению [2]

$$W = \frac{n_D}{n_H} \cdot \frac{0,36 P_{кр} V_T \beta T \tau \left(1 - \frac{\delta}{100}\right)}{K}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ – тяговое усилие энергетического средства, Н; V_T – теоретическая скорость движения пахотного агрегата, км/ч; β – коэффициент использования ширины захвата плуга; T – время работы пахотного агрегата, ч; τ – коэффициент использования времени смены; δ – коэффициент буксования, %; n_D – частота вращения коленчатого вала

двигателя энергетического средства (трактора) при выполнении пахотных работ, об/мин; n_H – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя энергетического средства об/мин; K – удельное сопротивление пахотного агрегата, Н/м².

Анализируя входящие в уравнение (1) параметры можно отметить, что повышение эффективности работы пахотного агрегата можно достичь путём уменьшения влияния внешних факторов, возникающих при выполнении данной сельскохозяйственной операции.

Между крутящим моментом двигателя и ведущим моментом энергетического средства (ведущий момент на полуосях трактора) существует прямая зависимость через передаточное число трансмиссии. В связи с этим можно констатировать тот факт, что ведущий момент на полуосях трактора является тем показателем, который наиболее полно характеризует выходные показатели энергетического средства (трактора). Многочисленными ранее проведенными исследованиями установлено [1-3], что именно при вспашке наблюдаются значительные колебания крюковой нагрузки энергетического средства. В настоящее время в Амурской области нашли широкое применение тракторы «Кировец» на сдвоенных колёсах. Для установления влияния сдвоенных колёс на колебания ведущего момента были проведены исследования, направленные на определение основных показателей, характеризующих случайно возникающие процессы:

– эргодическое свойство случайного процесса (корреляционная функция) показывающее скорость и характер его снижения

$$\rho_x(\tau) = e^{\alpha(\tau)} \cos \beta \cdot i, \quad (2)$$

где α – коэффициент характеризующих скорость и интенсивность снижения случайно возникающего процесса;

β – коэффициент частоты случайно возникающего процесса;

– частотный состав случайно возникающего процесса (спектральная плотность)

$$\delta_x(\omega) = \frac{2\alpha}{\pi} \frac{\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2}{(\omega^2 - \alpha^2 - \beta^2) + 4\alpha^2 \omega^2}. \quad (3)$$

Вышеприведенные коэффициенты α и β определяются по следующим аналитическим выражениям [3]

$$\beta = \frac{k\pi}{T_k}, \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\beta}{\pi} \ln \left| \frac{D}{\rho(\tau)} \right|, \quad (5)$$

где T_k – абсцисса точки, в которой эргодическое свойство, характеризующее случайный процесс k -й раз пересекает ось τ .

$\rho_{(\tau_k)} = 0$; $\rho_{(\tau_1)}$ – величина первого отрицательного максимума эргодического свойства, характеризующего случайный процесс.

Результаты проведенных исследований нашли отражение на рисунке 1.

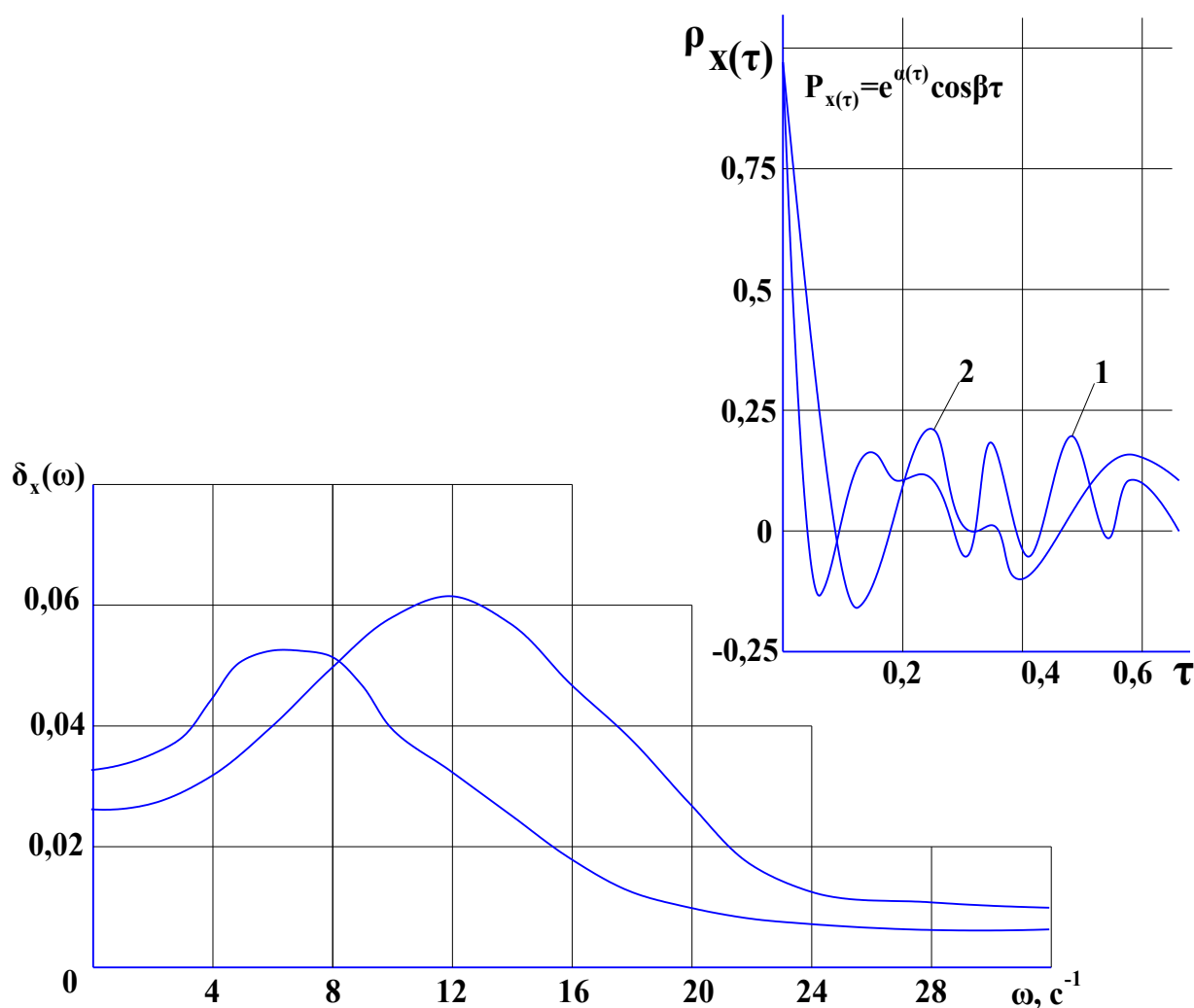


Рисунок 1– Результаты исследований по определению эргодического свойства $\rho(\tau)$ и частотного состава случайно возникающего процесса $\delta_x(\omega)$ на полуосях трактора.

Анализ эргодического свойства случайного процесса $\rho(\tau)$ (рисунок 1) показал, что при выполнении пахотных работ машинно-тракторным агрегатом помимо периодических колебаний необходимо учитывать случайные возникающие колебания за счет влияния неустановившегося характера крюковой нагрузки.

Заключение. Полученные результаты позволили установить, что для трактора с одинарными колёсами максимальные значения корреляционной функции и спектральной плотности приходятся на временной диапазон от 6 до 18 секунд. Для трактора же со сдвоенными колёсами эти показатели

смещаются к значениям от 3 до 10 секунд. Из этого следует, что у трактора со сдвоенными колёсами колебания крутящего момента меньше.

Список использованной литературы

1. Влияние конструктивно-технологических параметров машинно-тракторных агрегатов на тягово-сцепные качества трактора при работе с прицепными одноосными машинами/ Е.С. Поликутина [и др.] //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 9 (251). С. 78-84. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-251-9-78-84. EDN: ARXMGC.

2. Повышение эффективности использования тракторно-транспортных агрегатов в АПК/ С.В. Щитов [и др.] //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 5 (115). С. 106-110. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-106-110. EDN: XMPWKI.

3. Повышение эффективности работы пахотного машинно-тракторного агрегата/ Е.С. Поликутина [и др.]// Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3 (83). С. 171-178. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_3_171-178. EDN: UBDEQA.

References

1. Vlijanie konstruktivno-tehnologicheskikh parametrov mashinno-traktornykh agregatov na tjagovo-scepnye kachestva traktora pri rabote s pricepnymi jednoosnymi mashinami/ E.S. Polikutina [i dr.] //Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. № 9 (251). S. 78-84. DOI: 10.53083/1996-4277-2025-251-9-78-84. EDN: ARXMGC.

2. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija traktorno-transportnykh agregatov v APK/ S.V. Shhitov [i dr.] //Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025. № 5 (115). S. 106-110. DOI: 10.37670/2073-0853-2025-115-5-106-110. EDN: XMPWKI.

3. Povyshenie jeffektivnosti raboty pahotnogo mashinno-traktornogo agregata/ E.S. Polikutina [i dr.]// Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2025. № 3 (83). S. 171-178. DOI: 10.48012/1817-5457_2025_3_171-178. EDN: UBDEQA.