

УДК 631.316.022.2

EDN NTFUHU

Камбулов С. И.^{1,2}, Божко И. В.¹, Пархоменко Г. Г.¹, Бабенко О. С.²

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ МЕЛКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»»;

²ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

Реферат. В процессе работы на почвообрабатывающие сельскохозяйственные агрегаты оказывают влияние внешние факторы, такие как неравномерность рельефа поля, а также силы инерции от неустановившегося режима работы. Все вышеперечисленное влияет на устойчивость выполнения технологического процесса обработки почвы. Динамические показатели рабочего органа определяются моделями его колебаний в вертикальной, продольной и поперечной плоскости проекции. Так как непосредственное измерение величин перемещений рабочего органа в вышеуказанных плоскостях в процессе работы вызывает определенные трудности, оценка интенсивности колебаний производится по ускорениям. Цель исследований заключается в определении динамических показателей рабочего органа, обеспечивающих устойчивость протекания технологического процесса мелкой обработки почвы. В ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»» был разработан рабочий орган для мелкой обработки почвы, включающий в себя стойку, подпятник, и накладку для изменения угла заточки стойки. Исследования по определению динамических показателей проводили на экспериментальной установке в полевых условиях по стерневому фону озимой пшеницы после дискования в один след. Установлено, что средние значения ускорений рабочего органа для мелкой обработки почвы практически близки к нулю ($-0,22-0,29$ g – в вертикальном направлении; $0,38-0,94$ g – в продольном направлении; $-0,23-0,08$ g – в поперечном направлении) при критических значениях $\max +1$ g = $44,25$ g, $\min -1$ g = $-52,88$ g, что позволяет сделать заключение об устойчивом протекании технологического процесса мелкой обработки почвы выполняемого рабочим органом.

Ключевые слова: мелкая обработка почвы, рабочий орган, динамические показатели, условия устойчивости, технологический процесс.

Для цитирования: Камбулов С. И., Божко И. В., Пархоменко Г. Г., Бабенко О. С. Динамические показатели рабочего органа для мелкой обработки почвы // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 3(31). С. 66–74. EDN: NTFUHU.

For citation: Kambulov S. I., Bozhko I. V., Parkhomenko G. G., Babenko O. S. Dynamic parameters of working body for shallow tillage // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 3(31). P. 66–74. EDN: NTFUHU.

Введение

На почвах с благоприятными агрофизическими физико-механическими свойствами рекомендуется [1] минимальная обработка почвы в севообороте (мелкая мульчирующая). В настоящее время для этой цели применяют почвообрабатывающие машины, функционирующие с высокой скоростью движения.

При взаимодействии с обрабатываемой средой рабочий орган испытывает динамическое давление, пропорциональное квадрату скорости движения почвообрабатывающей машины [2]. Динамические процессы рабочих органов приобретают более сложный характер, обусловленный изменчивостью физико-механических свойств почвы. Динамические характеристики почвообрабатывающих

машин можно улучшить благодаря совершенствованию конструкции рабочих органов.

Устройства с улучшенными динамическими характеристиками, предлагаемые авторами [3, 4], позволяют обеспечить изменение углов и линейных размеров в допустимых пределах, что приводит к улучшению качества работы и снижению затрат. Вследствие неоднородности почвы и изменчивости её физико-механических свойств, жёсткости конструкции возникают колебания рабочих органов.

Авторы [5] установили, что рабочие органы в процессе работы совершают колебательные движения в направлении следования трактора. Такие колебания совершаются как вдоль направления следования, так и перпендикулярно ему. Количественно колебания рабочих органов можно оценить инерционными силами от динамического давления обрабатываемой среды или ускорениями в продольном, поперечном и вертикальном направлениях.

Авторами [6] предложен метод определения инерционных сил рабочего органа, возникающих относительно рамы почвообрабатывающей машины при жёстком креплении к стойке.

Установлено [7] влияние колебаний в вертикальной плоскости на стабильность глубины обработки почвы, которая выражается среднеквадратическим отклонением от установленной. Также установлено, что значительные колебания почвообрабатывающих органов в горизонтальной плоскости ведут к увеличению образования в верхнем слое почвы пылевидных эрозионно-опасных частиц, что противоречит агротехническим требованиям к культиваторам.

При этом колебания могут затухать при наличии сильных диссипативных свойств обрабатываемой среды [8].

При наличии слабых диссипативных свойств обрабатываемой среды, количественно оценить которые можно по соотношению, приведённому авторами [9], невозможно снижение колебаний рабочего органа благодаря их затуханию при взаимодействии с почвой. Кроме этого, вследствие возникающих колебаний рабочего органа возможна потеря устойчивости.

Авторы [10] отмечают, что потеря устойчивости рабочего органа при высокой скорости движения особенно заметна на криволинейных участках траектории движения.

Потеря устойчивости провоцирует увод в сторону рабочего органа культиватора, и как следствие, повреждение культурных растений [11, 12] и ухудшение качественных показателей технологического процесса [13].

Метод исследования динамических характеристик [14] состоит в определении параметров почвообрабатывающей машины или рабочего органа [15], обеспечивающих его заданную траекторию движения. Обеспечение стабилизации движения почвообрабатывающей машины благодаря устойчивости рабочих органов культиватора позволяет снизить затраты от потери урожая сельскохозяйственных культур на 10 % [16].

В ходе исследований авторы [17] установили, что гранулометрический состав почвы оказывает влияние на генерирование колебаний.

Ускорение рабочих органов в вертикальном направлении, по мнению авторов [18], может стать причиной изменения параметров затылочной фаски стрелчатой лапы, что приводит к ухудшению не только агротехнических показателей, но и к увеличению тягового сопротивления почвообрабатывающей машины.

С целью оптимизации конструкции и повышения эффективности работы почвообрабатывающих рабочих органов необходимо установить закономерности изменения колебаний [19].

Автором [20] динамические составляющие периодических смещений рабочего органа рассматривались как колебания и измерялись датчиками ускорений. Авторами [21, 22] для этих целей разработана система контрольно-измерительной аппаратуры.

Цель исследований – определение динамических показателей рабочего органа, обеспечивающих устойчивость протекания технологического процесса мелкой обработки почвы.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены в отделе механизации растениеводства ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»» в 2020–2021 гг. Объект исследования – рабочий орган для мелкой обработки почвы. Предмет исследования – воздействие динамических показателей рабочего органа на устойчивое выполнение технологического процесса мелкой обработки почвы.

Для достижения поставленной цели в отделе механизации растениеводства АНЦ «Донской» был разработан рабочий орган для мелкой обработки почвы (рисунок 1).

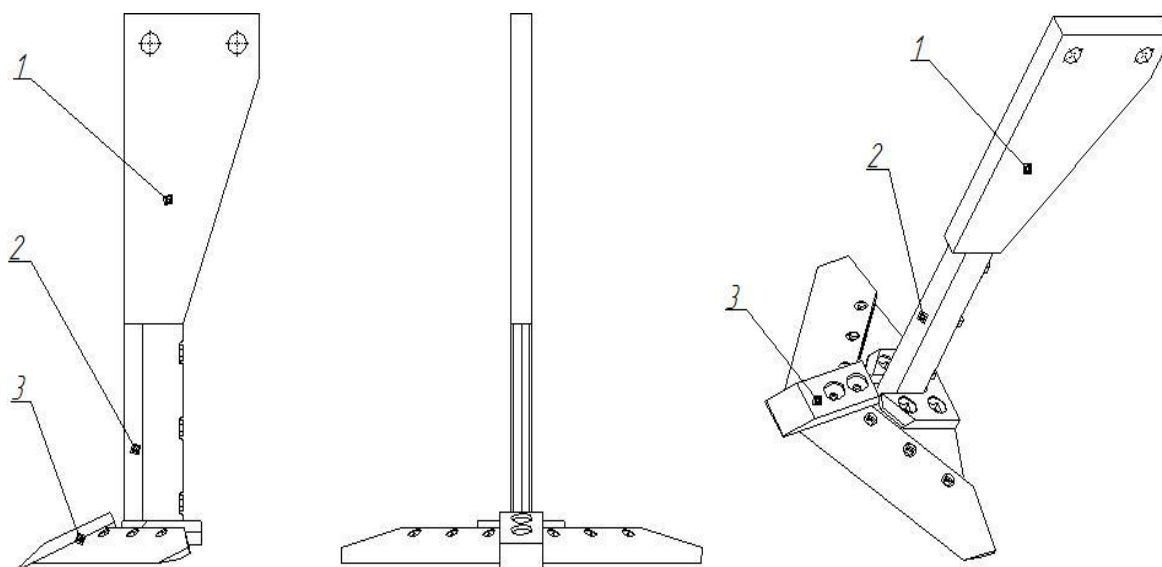


Рисунок 1 – Схема рабочего органа для мелкой обработки почвы

Примечание. 1 – стойка рабочего органа; 2 – накладка; 3 – подпятник.

Исследования по определению динамических показателей рабочего органа проводили на экспериментальной установке.

В качестве датчиков ускорений для определения устойчивости хода рабочего органа использовали акселерометры (рисунок 2), установленные в вертикальном, продольном и поперечном направлениях относительно крепления рабочего органа.

Градуировку акселерометров производили в лабораторных условиях.

Исследования по определению динамических показателей осуществляли на установочных скоростях мобильного энергострелства (Т-150К). Установочные скорости при работе с культиваторами для различных режимов работы составляют 6,84, 8,20 и 11,37 км/ч. Эти диапазоны скоростей выбраны из условий качественного выполнения технологического процесса мелкой обработки почвы с наименьшими энергозатратами.

Определение динамических показателей функционирования рабочего органа для мелкой обработки почвы проводили по стерневому фону озимой пшеницы после дискования в один след.



Рисунок 2 – Датчики ускорений – акселерометры

Результаты и их обсуждение

Динамические показатели рабочего органа определяются моделями его колебаний в вертикальной, продольной и поперечной плоскости проекции. Следует отметить, что стабильность работы почвообрабатывающих агрегатов зависит от инерционных сил, оказывающих воздействие на рабочий орган, в силу неравномерности хода.

Оценку динамических показателей рабочего органа в процессе работы производили по показателям ускорений.

Равномерность хода и глубину обработки характеризуют ускорения в вертикальной и продольной плоскости. С точки зрения качества обработки почвы, выдержанности ширины захвата, существенными являются ускорения в поперечной плоскости.

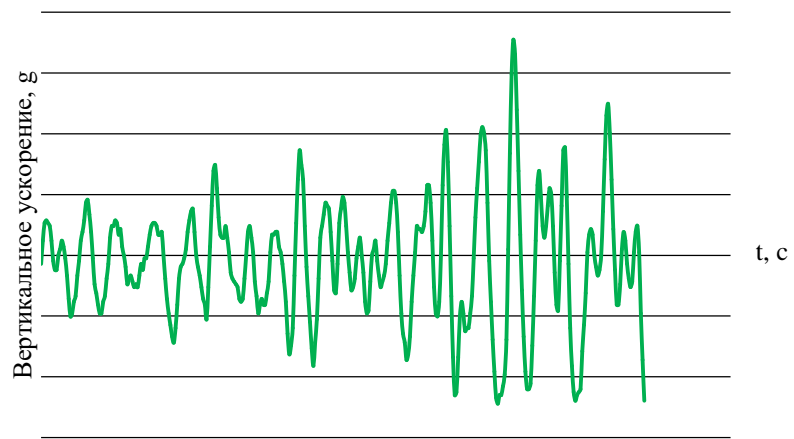
Предельные значения показателей ускорений определяют критические значения, при которых происходит нарушение в устойчивой работе сельскохозяйственных агрегатов или их дальнейшая работа становится практически невозможной. Критические максимальные и минимальные значения, полученные при градуировке датчиков ускорений, составляют: $max +1 g = 44,25 g$, $min -1 g = -52,88 g$.

Средние значения ускорений, полученные в ходе исследований, представлены в таблице 1.

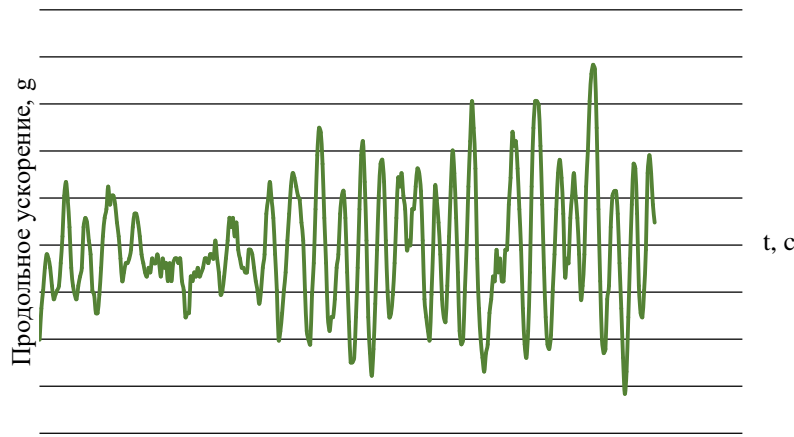
Таблица 1 – Средние значения ускорений рабочего органа для мелкой обработки почвы

Скорость, км/ч	Направление ускорения		
	вертикальное, g	продольное, g	поперечное, g
6,84	-0,22	0,38	-0,23
8,20	0,05	0,57	-0,14
11,37	0,29	0,94	0,08

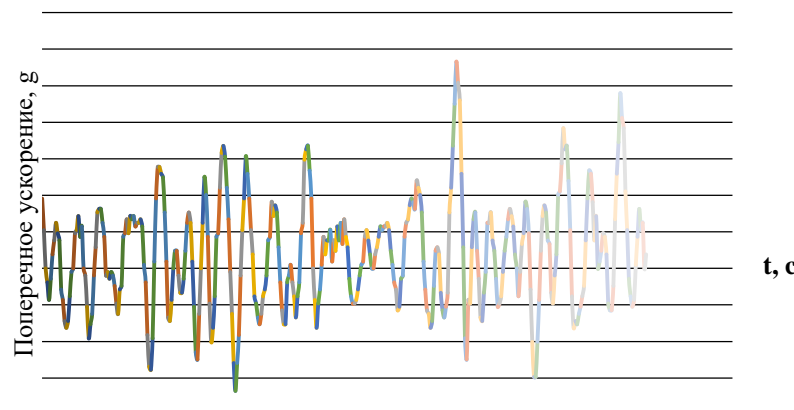
Анализ полученных данных показывает, что средние значения ускорений близки к нулю ($-0,22-0,29 g$ – в вертикальном направлении; $0,38-0,94 g$ – в продольном направлении; $-0,23-0,08 g$ – в поперечном направлении) при критических значениях, полученных при градуировке $max +1 g = 44,25 g$, $min -1 g = -52,88 g$. Это позволяет сделать заключение об устойчивом выполнении технологического процесса мелкой обработки почвы рабочим органом. Более наглядно процесс изменения ускорений представим в виде графиков (рисунок 3).



а



б



в

Рисунок 3 – Графики реализации процесса изменения ускорений

Примечание. а – в вертикальном направлении; б – в продольном направлении; в – в поперечном направлении.

Как видно из графиков реализации процесса изменения ускорений, значения, полученные в ходе экспериментальных исследований, далеки от критических значений, полученных при градуировке.

Выводы

В результате проведения исследований по определению динамических показателей устойчивого выполнения технологического процесса мелкой обработки почвы рабочим органом по оценочному показателю ускорений установлено, что средние значения ускорений близки к нулю ($-0,22-0,29 g$ – в вертикальном направлении; $0,38-0,94 g$ – в продольном; $-0,23-0,08 g$ – в поперечном) при критических значениях $max +1 g = 44,25 g$, $min -1 g = -52,88 g$.

Так как ускорение является знакопеременным показателем, а его значения, полученные в ходе экспериментальных исследований, находятся около нуля, то это свидетельствует об устойчивом выполнении технологического процесса мелкой обработки почвы рабочим органом.

Литература

1. Трофимова Т. А. Основные принципы проектирования системы обработки почвы в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, члена-корреспондента ВАСХНИЛ М.И. Сидорова и 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Н.И. Зезюкова: «Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности». Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. С. 7–13.
2. Сыромятников Ю. Н. Обоснование параметров рыхлителя почвообрабатывающей машины стратификатора // Инженерные технологии и системы. 2021. Т. 31. № 2. С. 257–273. DOI: 10.15507/2658-4123.031.202102.257-273.
3. Джаббаров Н. И., Добринов А. В., Семенова Г. А. Определение энерготехнологических параметров динамичных почвообрабатывающих агрегатов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 49. С. 252–259.
4. Джаббаров Н. И., Максимов Д. А., Семенова Г. А. Оценка тягово-динамических показателей почвообрабатывающих агрегатов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2017. № 93. С. 53–64.
5. Старовойтов С. И. О тенденции развития почвообрабатывающей техники // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию памяти научной школы по проблеме обработки почвы в Восточной Сибири, к.с.-х.н., профессора Александра Георгиевича Белых: «Современное состояние и перспективы инновационного развития обработки почвы в Восточной Сибири». п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2019. С. 116–126.
6. Гапич Д. С., Косульников Р. А., Чумаков С. А. Теоретико-экспериментальный метод определения массово-инерционных показателей рабочего органа почвообрабатывающего орудия // Материалы Национальной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований в АПК: от теории к практике». Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2017. С. 28–33.
7. Гапич Д. С., Фомин С. Д., Ширяева Е. В. Динамика движения упруго закрепленного рабочего органа культиваторного МТА // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 10. С. 28–32. DOI: 10.17816/0321-4443-66331.
8. Косульников Р. А., Гапич Д. С., Назаров Е. А., Моторин В. А., Денисова О. А. Определение диссипативных характеристик почвенного фона // Сельский механизатор. 2020. № 12. С. 12–13.
9. Гапич Д. С., Фомин С. Д., Денисова О. А. Энергетические и качественные показатели работы культиваторного МТА в режиме автоколебаний рабочих органов // Известия МГТУ МАМИ. 2015. Т. 1. № 4(26). С. 17–20.
10. Устинов Н. Н., Булатов Ф. Р., Маратканов А. А. Теоретическое обоснование устойчивости движения рабочего органа культиватора по криволинейной траектории // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4(90). С. 127–130.
11. Бартенев И. М., Кургалин С. Д., Туровский Я. А., Лысыч М. Н. Перспективная конструкция многофункционального культиватора для склонов с автоматической биометрически корректируемой системой контроля поперечной устойчивости // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 2(18). С. 158–165. DOI: 10.12737/111990.

12. Сазонов М. В. Анализ технологической устойчивости хода комбинированного рабочего органа по глубине обработки почвы // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции: «Инновационные достижения науки и техники АПК» Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 666–673.
13. Федоров С. Е., Жалнин А. А., Жалнин Н. А., Полункин А. А. Повышение качества поверхностной обработки почвы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 4(48). С. 121–127. DOI: 10.36508/RSATU.2020.48.4.017.
14. Донцов И. Е., Лысыч М. Н. Определение силовых параметров возмущенного движения почвообрабатывающих орудий в полевых условиях // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4(127). С. 89–95.
15. Пархоменко Г. Г., Пархоменко С. Г. Силовой анализ механизмов перемещения рабочих органов почвообрабатывающих машин по заданной траектории // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 1. С. 47–54. DOI: 10.17816/0321-4443-66395.
16. Валиев А. Р., Матвеев И. Н., Щитов С. В. Снижение полных энергозатрат за счет повышения устойчивости движения агрегата // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 3(37). С. 72–76. DOI: 10.12737/14760.
17. Гапич Д. С., Эвиев В. А., Косильников Р. А., Чумаков С. А. Проблемные вопросы повышения энергоэффективности МТА с упруго закрепленными рабочими органами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1(49). С. 312–318. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-01-312-318.
18. Маликов В. Н., Ишков А. В., Дмитриев С. Ф., Сагалаков А. М., Катасонов А. О., Козлова В. Н., Тихонский Н. Д. Оценка напряженно-деформированного состояния стрелчатой лапы с использованием компьютерного 3D-моделирования // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2021. Т. 5. № 2. С. 53–61.
19. Джаббаров Н. И., Сергеев А. В., Эвиев В. А., Очиров Н. Г. Закономерности изменения амплитуды колебаний и вероятностных оценок тягового сопротивления почвообрабатывающих рабочих органов // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 4(48). С. 42–49.
20. Игнатенко В. И. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния пружинных стоек культиватора // Вестник Донского государственного технического университета. 2009. № 1. С. 142–150.
21. Al-Suhaibani S. A., Al-Janobi A. A. and Al-Majhadi Y. N. Development and evaluation of tractors and tillage implements instrumentation system // American Journal of Engineering and Applied Sciences. 2010. Vol. 3. Iss. 2. P. 363–371. DOI: 10.3844/ajeassp.2010.363.371.
22. Askari M., Komarizade M. H., Nikbakht A. M., Nobakht N., Teimourlou R. F. A novel three-point hitch dynamometer to measure the draft requirement of mounted implements // Research in Agricultural Engineering. 2011. Vol. 57. Iss. 4. P. 128–136. DOI: 10.17221/16/2011-RAE.

References

1. Trofimova T. A. Basic principles of designing a soil treatment system in adaptive landscape agriculture systems // Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 105th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, corresponding member of Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences (VASKhNIL) M.I. Sidorov and the 70th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor N.I. Zezyukov: “Biologization of agriculture: prospects and real opportunities”. Voronezh: Voronezh State Agrarian University, 2019. P. 7–13.
2. Syromyatnikov Yu. N. Substantiation of the parameters of a soil tillage machine ripper // Engineering Technologies and Systems. 2021. Vol. 31. No. 2. P. 257–273. DOI: 10.15507/2658-4123.031.202102.257-273.
3. Dzhaborov N. I., Dobrinov A. V., Semenova G. A. Determination of energy-technological parameters of dynamic tillage units // Izvesniya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2017. No. 49. P. 252–259.
4. Dzhaborov N. I., Maksimov D. A., Semenova G. A. Assessment of traction and dynamic indicators of soil tilling units // Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products. 2017. No. 93. P. 53–64.
5. Starovoitov S. I. About the trend of development of the soil-cultivating equipment // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the memory of the scientific school on the problem of tillage in Eastern Siberia, Cand. Sc. (Chem.), Professor Aleksandr Georgievich Belykh “Current state and prospects for innovative development of tillage in Eastern Siberia”. Molodezhny settlement: Irkutsk State Agrarian University A.A. Yezhevsky, 2019. P. 116–126.
6. Gapich D. S., Kosulnikov R. A., Chumakov S. A. Theoretical and experimental method for determining the mass-inertial indicators of the working body of a tillage tool // Materials of the National scientific and practical conference “Actual directions of scientific research in the agro-industrial complex: from theory to practice”. Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2017. P. 28–33.

7. Gapich D. S., Fomin S. D., Shiryaeva E. V. Dynamics of the movement of the elastically fixed working body of the cultivator machine-tractor aggregates // Traktory i selhozmashiny (Tractors and Agricultural Machinery). 2017. No. 10. P. 28–32. DOI: 10.17816/0321-4443-66331.
8. Kosulnikov R. A., Gapich D. S., Nazarov E. A., Motorin V. A., Denisova O. A. Determination of dissipative characteristics of the soil background // Selskiy Mehanizator. 2020. No. 12. P. 12–13.
9. Gapich D. S., Fomin S. D., Denisova O. A. Energetic and quality data in the deviate cultivating machine-tractor unit in the working bodies avto-oscillations mode // Izvestiya MGTU MAMI. 2015. Vol. 1. No. 4(26). P. 17–20.
10. Ustinov N. N., Bulatov F. R., Maratkanov A. A. Theoretical substantiation of the stability of the movement of the working body of the cultivator along a curvilinear trajectory // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 4(90). P. 127–130.
11. Bartenev I. M., Kurgalin S. D., Turovsky Ya. A., Lysych M. N. Promising design multipurpose cultivator to slopes with automatic corrected biometric control system lateral stability // Forestry Engineering Journal. 2015. Vol. 5. No. 2(18). P. 158–165. DOI: 10.12737/111990.
12. Sazonov M. V. Analysis of the technological stability of the course of the combined working body according to the depth of tillage // Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference “Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex”. Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. P. 666–673.
13. Fedorov S. E., Zhalnin A. A., Zhalnin N. A., Polunkin A. A. Improving the quality of surface tillage // Vestnik Riazanskogo Gosudarstvennogo Agrotehnologicheskogo Universiteta im. P. A. Kostycheva. 2020. No. 4(48). P. 121–127. DOI: 10.36508/RSATU.2020.48.4.017.
14. Dontsov I. E., Lysych M. N. Determining power parameters of the oscillating motion of tillers in the field // Bulletin of KrasGAU. 2017. No. 4(127). P. 89–95.
15. Parkhomenko G. G., Parkhomenko S. G. Force analysis of mechanisms of tillage machines working elements following a specified path // Traktory i selhozmashiny (Tractors and Agricultural Machinery). 2018. No. 1. P. 47–54. DOI: 10.17816/0321-4443-66395.
16. Valiev A. R., Matveev I. N., Shchitov S. V. Reduction of the total power consumption through increasing the unit motion stability // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2015. Vol. 10. No. 3(37). P. 72–76. DOI: 10.12737/14760.
17. Gapich D. S., Eviev V. A., Kosulnikov R. A., Chumakov S. A. Problematic issues of improving energy efficiency of MTA with elastically fixed working bodies // Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education. 2018. No. 1(49). P. 312–318. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-01-312-318.
18. Malikov V. N., Ishkov A. V., Dmitriev S. F., Sagalakov A. M., Katasonov A. O., Kozlova V. N., Tikhonsky N. D. Estimation of the stress-deformed state of the lancet paw using computer 3D simulation // High-performance computing systems and technologies. 2021. Vol. 5. No. 2. P. 53–61.
19. Dzhaborov N. I., Sergeev A. V., Eviev V. A., Ochirov N. G. Regularities of changing the amplitude of vibrations and probabilistic estimates of traction resistance of soil tillage tools // Don agrarian science bulletin. 2019. No. 4(48). P. 42–49.
20. Ignatenko V. I. Experimental research of stress-strain state spring strut cultivator // Vestnik of Don State Technical University. 2009. No. 1. P. 142–150.
21. Al-Suhaibani S. A., Al-Janobi A. A., Al-Majhadi Y. N. Development and evaluation of tractors and tillage implements instrumentation system // American Journal of Engineering and Applied Sciences. 2010. Vol. 3. Iss. 2. P. 363–371. DOI: 10.3844/ajeassp.2010.363.371.
22. Askari M., Komarizade M. H., Nikbakht A. M., Nobakht N., Teimourlou R. F. A novel three-point hitch dynamometer to measure the draft requirement of mounted implements // Research in Agricultural Engineering. 2011. Vol. 57. Iss. 4. P. 128–136. DOI: 10.17221/16/2011-RAE.

UDC 631.316.022.2

Kambulov S. I., Bozhko I. V., Parkhomenko G. G., Babenko O. S.

DYNAMIC PARAMETERS OF WORKING BODY FOR SHALLOW TILLAGE

Summary. In the course of work, soil-cultivating agricultural units are affected by such external factors as uneven field relief, as well as inertia forces from the unsteady operating mode. All of the above impact directly on the carrying out a technological process of shallow tillage. The dynamic parameters of the working body are determined by the models of its oscillations in the vertical, longitudinal and transverse projection planes. Since the direct measurement of the displacements of the working body in the above planes during operation causes certain difficulties, the assessment of the oscillation intensity is made by accelerations. The purpose of the research was to determine the dynamic parameters of the working body, ensuring the sustainable flow of the technological process of shallow tillage.

Scientists of the SSE Agricultural Research Center “Donskoy” designed the working body for shallow tillage, which included a stand, a thrust bearing and an overlay for changing the sharpening angle of the stand. Studies to determine the dynamic parameters were carried out on an experimental unit in the field on the winter wheat stubble after disking in one track. As a result of the research, it was found that the average values of the accelerations of the working body for shallow tillage are practically close to zero ($-0.22-0.29$ g in the vertical direction; $0.38-0.94$ g in the longitudinal direction; $-0.23-0.08$ g in the transverse direction) at the critical values of $\max +1$ g= 44.25 g, $\min -1$ g= -52.88 g. This allows us to conclude that the technological process of shallow tillage performed by the working body is stable.

Keywords: *shallow tillage, working body, dynamic indicators, stability conditions, technological process.*

Камбулов Сергей Иванович, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; профессор кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции АПК», ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»; 344003, Россия, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1; e-mail: kambulov.s@mail.ru.

Божко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; e-mail: i.v.bozhko@mail.ru.

Пархоменко Галина Геннадьевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела механизации растениеводства, структурное подразделение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 14; e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru.

Бабенко Ольга Сергеевна, ассистент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции АПК», ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»; 344003, Россия, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1; e-mail: lelya.babenko.90@mail.ru.

Kambulov Sergey Ivanovich, Dr. Sc. (Tech.), chief researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit North-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (SKNIIMESH), SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14, Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; professor of the department “Technologies and equipment for processing agricultural products”, FSBEI HE “Don State Technical University”; 1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, Rostov Region, 344003, Russia; e-mail: kambulov.s@mail.ru.

Bozhko Igor Vladimirovich, Cand. Sc. (Tech.), senior researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit North-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (SKNIIMESH), SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14, Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; e-mail: i.v.bozhko@mail.ru.

Parkhomenko Galina Gennadiyevna, Cand. Sc. (Tech.), leading researcher of the Department of mechanization of crop production, structural unit North-Caucasian Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (SKNIIMESH), SSE Agricultural Research Center “Donskoy”; 14, Lenina Str., Zernograd, Rostov Region, 347740, Russia; e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru.

Babenko Olga Sergeevna, assistant of the Department “Technologies and equipment for processing agricultural products”, FSBEI HE “Don State Technical University”; 1, Gagarin Square, Rostov-on-Don, Rostov Region, 344003, Russia; e-mail: lelya.babenko.90@mail.ru.

*Дата поступления в редакцию – 11.05.2022.
Дата принятия к печати – 17.06.2022.*