Тип статьи: научная
УДК 634.4.084
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-4-14-19

ЭЛЕКТРОГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА

Сергей Михайлович Ведищев [1], Анатолий Иванович Завражнов [2], Алексей Владимирович Прохоров [3], Екатерина Богдановна Ложкина [4], Максим Евгеньевич Выгузов [5]

[1,2,3,4,5]Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия
[2,4]Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Россия
[2]Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Россия
[1]serg666_65@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3759-9809,
[2]aiz@mgau.ru, https://orcid.org/0000-0003-3515-6112,
[3]pav1981@bk.ru, [4]lozhkina.ekaterina2016@gmail.com, [5]ele-vigozova@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Сергей Михайлович Ведищев, serg666_65@mail.ru
Corresponding author: Sergey Vedishchev, serg666_65@mail.ru

Реферат. *Сводообразование при настройке дозирующих органов ухудшает качество работы кормораздатчика, особенно при выдаче малых доз. Применение в составе кормораздатчика мобильной электрогидромеханической платформы позволяет снизить стоимость материалов в линии кормораздачи и расширить функциональные возможности кормораздающего оборудования. Количество выдаваемого в кормушку кормовой смеси такими кормораздатчиками может изменяться за счет управления скоростью перемещения электрогидромеханической платформы вдоль непрерывного ряда кормушек, что позволяет нивелировать нарушение показателей работы дозирующих органов при выдаче малых доз кормов.Получена аналитическая зависимость определения влияния на норму нормы выдачи корма от производительности дозирующего органа и параметров электрогидромеханической мобильной платформы (производительность дозирующего устройства, параметры ходовой части и ряд других). Пневматическая шина электрогидромеханической мобильной платформы подвержена деформации. Радиус качения пневматического колеса необходимо учитывать при определении действительной скорости перемещения мобильной электрогидромеханической платформы. Изменяющаяся масса корма в кормораздатчике при раздаче изменяет радиус качения колеса, а также количество корма, выдаваемого в групповую или непрерывную кормушку. Разработаны методика и экспериментальная установка изучения изменения радиуса качения колеса от вертикальной нагрузки состоящая из электрогидромеханической платформы, опирающейся колесом на рычаг, связанный с весовым устройством. Приведены уровни варьирования и факторы (давления в пневматической шине и величина вертикальной нагрузки), а также критерий оценки (величина деформации пневматической шины, определяемая радиусом качения пневматической шины). Полученные экспериментальные зависимости имеют нелинейный характер. Исследования показали, что при величине давления в шине колеса более 1,5 МПа при увеличении вертикальной нагрузки более 150 кг на одно колесо изменение поступательной скорости кормораздатчика и радиус качения колеса находятся в допускаемых переделах и не превышают 5 %.*

Ключевые слова: *электрогидромеханическая мобильная платформа, норма выдачи, производительность, радиус качения, скорость*.

ELECTROHYDROMECHANICAL MOBILE PLATFORM

Sergey Vedishchev [1], Anatoly Zavrazhnov [2], Alexey Prokhorov [3], Ekaterina Lozhkina [4], Maxim Vyguzov[5]

[1,2,3,4,5] *Tambov state technical university, Tambov, Russia*
[2,4]*All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia*
[2] *Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia*
[1]serg666_65@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3759-9809,
[2]aiz@mgau.ru, https://orcid.org/0000-0003-3515-6112,
[3]pav1981@bk.ru, [4]lozhkina.ekaterina2016@gmail.com, [5]ele-vigozova@mail.ru

Abstract. *Vaulting when setting up dosing organs worsens the quality of the feed dispenser, especially when issuing small doses. The use of a mobile electrohydromechanical platform as part of the feed dispenser allows you to reduce the cost of materials in the feed distribution line and expand the functionality of the feeding equipment. The amount of feed mixture dispensed to the feeder by such feed dispensers can be changed by controlling the speed of movement of the electrohydromechanical platform along a continuous row of feeders, which makes it possible to neutralize the violation of the performance of dosing organs when issuing small doses of feed. The analytical dependence of determining the effect on the norm of the feed delivery rate on the performance of the dosing organ and the parameters of the electrohydromechanical mobile platform (the performance of the dosing device, the parameters of the chassis and a number of others) was obtained. The pneumatic tire of the electrohydromechanical mobile platform is subject to deformation. The rolling radius of the pneumatic wheel must be taken into account when determining the actual speed of movement of the mobile electrohydromechanical platform. The changing mass of feed in the feed dispenser during distribution changes the rolling radius of the wheel, as well as the amount of feed dispensed into a group or continuous feeder. A methodology and experimental setup for studying the change in the rolling radius of a wheel from a vertical load consisting of an electrohydromechanical platform supported by a wheel on a lever connected to a weighing device have been developed. The levels of variation and factors (pressure in the pneumatic tire and the amount of vertical load), as well as the evaluation criterion (the amount of deformation of the pneumatic tire, determined by the rolling radius of the pneumatic tire) are given. The experimental dependences obtained are nonlinear in nature. Studies have shown that when the pressure in the tire of the wheel is more than 1.5 MPa, with an increase in the vertical load of more than 150 kg per wheel, the change in the translational speed of the feed dispenser and the rolling radius of the wheel are within the permissible repartitions and do not exceed 5%.*

Keywords: *electrohydromechanical mobile platform, output rate, performance, rolling radius, speed.*

Для цитирования: Ведищев С.М., Завражнов А.И., Прохоров А.В., Ложкина Е.Б., Выгузов М.Е. Электрогидромеханическая мобильная платформа// Наука в Центральной России. 2023. Т. 64, № 4. С. 14-19. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-14-19.

For citation: Vedishchev S, Zavrazhnov A., Prokhorov A., Lozhkina E., Vyguzov A. Electrohydromechanical mobile platform. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 64(4): 14-19. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-14-19.

Введение. Раздача кормосмесей животным - заключительный процесс в их кормлении [1]. Как правило, количество выдаваемого корма животному определяется управляющим воздействием на соответствующий выгрузной дозирующий орган [1, 2, 3, 4]. Сводообразование при настройке дозирующих органов ухудшает качество работы кормораздатчика, особенно при выдаче малых доз.

Кормораздатчики ограниченной мобильности, выпускаемые серийно, перемещаются по рельсовым направляющим, соединяющим основные и вспомогательные помещения на животноводческой ферме [3]. Такая схема раздачи кормовых смесей животным не позволяет кормораздатчика перемещаться за пределы животноводческой фермы, а также резервирования при их ремонте или техническом обслуживании [5, 6]. Применение в составе кормораздатчика мобильной электрогидромеханической платформы (рисунок 1) позволяет снизить стоимость материалов в линии кормораздачи и расширить функциональные возможности кормораздающего оборудования [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Количество выдаваемого в кормушку кормовой смеси такими

кормораздатчиками может изменяться за счет управления скоростью перемещения электрогидромеханической платформы вдоль непрерывного ряда кормушек [2, 3, 4, 5], что позволяет нивелировать нарушение показателей работы дозирующих органов при выдаче малых доз кормов.

Материалы и методы. Определим влияние на норму выдачи показателей электрогидромеханической мобильной платформы.

Линейную плотность корма, $q_м$ (кг/м), определяющую норму выдачи, находят по формуле [4]:

$$q_м = \frac{q_p \cdot m}{L_к} \quad (1)$$

где q_p – количество корма, выдаваемое одному животному за одну раздачу, кг;

m – количество животных на одно кормоместо, гол;

$L_к$ - длина кормоместа, м.

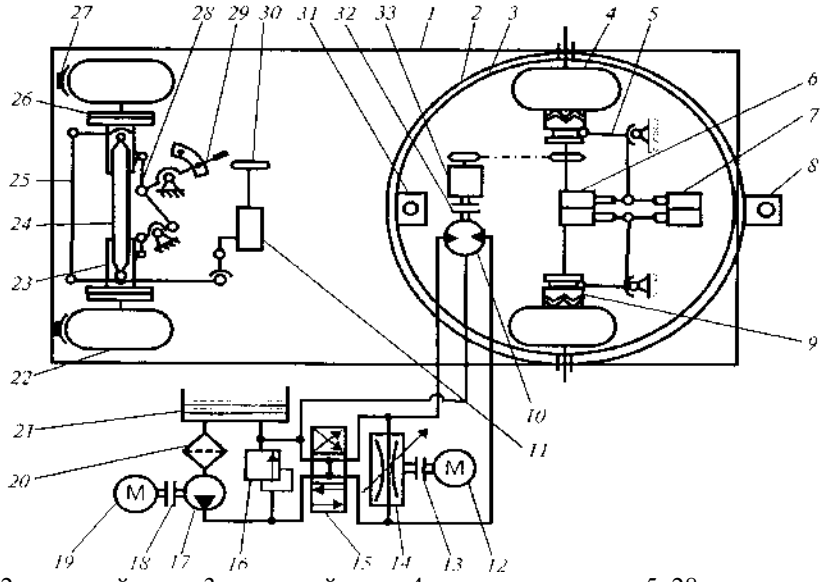
Исходя из технической характеристики кормораздатчика линейную плотность корма можно определить:

$$q_м = \frac{Q_n}{V_{агр} \cdot K_б} \quad (2)$$

где Q_n - производительность дозирующего органа, кг/с;

$V_{агр}$ – скорость перемещения кормораздатчика вдоль линии кормления, м/с;

$K_б$ – коэффициент буксования.



1 - рама; 2 – нижний диск; 3 – верхний диск; 4 – ведущие колеса; 5, 28 – системы рычагов; 6 – электромагниты рабочего хода; 7 - электромагниты холостого хода; 8 - прицепное устройство; 9 - муфты сцепления; 10 - гидромотор; 11 - рулевая колонка; 12 - исполнительный механизм; 13, 18, 32 - муфты; 14 – дроссель; 15 - гидрораспределитель; 16 - предохранительный клапан: 17 - гидронасос; 19 - электродвигатель; 20 - фильтр; 21 - бак; 22 - ведомые колеса; 23 - ползуны; 24 - мост; 25 - рулевая трапеция; 26 - цапфы; 27 - тормоз; 29 - фиксирующий рычаг; 30 - рулевое колесо; 31 - фиксатор; 33 - редуктор

Рисунок 1 - Схема мобильной электрогидромеханической платформы

Скорость перемещения кормораздатчика, установленного на электрогидромеханической мобильной платформе с пневматическими шинами, определяется частотой вращения двигателя, передаточным отношением трансмиссии и радиусом качения колеса:

$$V_{агр} = \frac{0{,}377 \cdot r_к \cdot n_д}{i_{тр}} \tag{3}$$

где $r_к$ – радиус качения колеса, м;

$n_д$ – частота вращения двигателя, $с^{-1}$;

$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии.

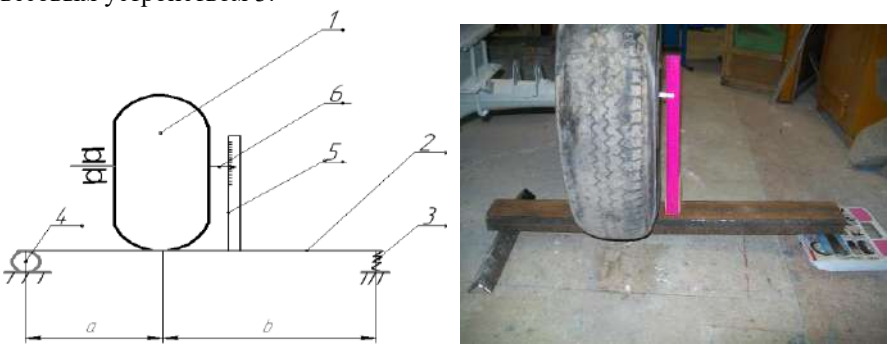
Подставим выражение (3) в (2) и, приравняв (2) с (1), выразим $q_{р.}$ Получим зависимость влияния на норму нормы выдачи корма от производительности дозирующего органа и параметров электрогидромеханической мобильной платформы:

$$q_р = \frac{Q_n \cdot L_к \cdot i_{тр}}{0{,}377 \cdot n_д \cdot r_к \cdot K_б \cdot m} \tag{4}$$

Результаты и их обсуждение. Пневматическая шина электромеханической мобильной платформы подвержена деформации. Ее размеры изменяются в зависимости от давления в пневматической шине, нагрузки и ряда других параметров.

Радиус качения пневматического колеса необходимо учитывать при определении действительной скорости перемещения мобильной электрогидромеханической платформы. Изменяющаяся масса корма в кормораздатчике при раздаче изменяет радиус качения колеса, а также количество корма, выдаваемого в групповую или непрерывную кормушку.

Для исследования рациональных параметров шины нами разработана экспериментальная установка изучения изменения радиуса качения колеса от вертикальной нагрузки состоящая из электрогидромеханической платформы, опирающейся колесом 1 (рисунок 2) на рычаг 2, связанный с весовым устройством 3.



а) б)

а) схема установки; б) общий вид;

1 – пневматическая шина; 2 – рычаг; 3 – весовое устройство; 4 – шарнир; 5 – линейка; 6 – указатель высоты

Рисунок 2 – Экспериментальная установка

После тарировки электрогидромеханическая мобильная платформа с пневматическими колесами устанавливалась на рычаг и в зависимости от давления в шине и величины нагрузки фиксировали изменение радиус качения пневматической шины (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования, критерии оценки

Параметры	Уровни варьирования факторов	Критерии оценки
Давление в шине, *p*, МПа	0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25	Радиус качения, $r_К$, м
Вертикальная нагрузка на колесо, *G*, кг	50; 100; 150; 200	

Величину вертикальной нагрузки, приходящейся на одно опорное пневматическое колесо, определяли из соотношения:

$$G = Q\frac{(a+b)}{b} \quad g \tag{5}$$

где Q – значение массы на циферблате весового устройства, кг;

a, b – расстояния рычагов (рисунок 2), м;

g - ускорение свободного падения, м/с^2.

Экспериментальные зависимости имеют нелинейный характер. Исследования показали, что при величине давления в шине колеса более 1,5 МПа (рисунок 3) при увеличении вертикальной нагрузки более 150 кг на одно колесо изменение поступательной скорости кормораздатчика и радиус качения колеса находятся в допускаемых переделах и не превышают 5 %.

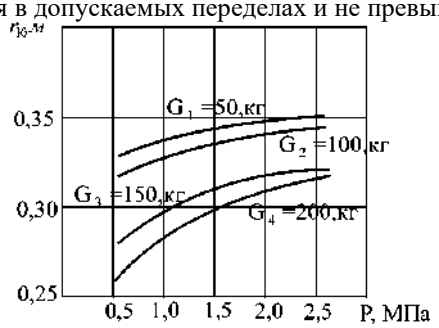


Рисунок 3 – Зависимости влияния на радиус качения колеса давления в шине (P) и вертикальной нагрузки (G)

Выводы:

- применение в составе кормораздатчика мобильной электрогидромеханической платформы позволяет устанавливать количество выдаваемого в кормушку кормовой смеси изменять за счет поступательной скорости перемещения мобильной платформы вдоль непрерывного ряда кормушек;
- скорость перемещения электрогидромеханической платформы на пневматических колесах зависит от радиуса качения колеса;
- результаты экспериментальных исследований показывают, что рациональное значение давления в шине должно быте не менее 1,5 МПа.

Список источников

1. Техническое обеспечение животноводства / А. И. Завражнов, С. М. Ведищев, М. К. Бралиев [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2020. – 516 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-8114-6650-4. – EDN EPTMMD.

2. Обоснование эффективной системы раздачи кормов / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров, М. К. Бралиев // Наука в центральной России. – 2020. – № 1(43). – С. 11-21. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-1-11-21. – EDN CYCGZD.

3. Классификация бункерных кормораздатчиков для свиней / С. М. Ведищев, А. В. Прохоров, А. В. Милованов, Н. О. Милюков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. – № 2(51). – С. 43-48. – EDN SFFAFB.

4. Оценки эффективности технологических линий приготовления и раздачи кормов в животноводстве / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. Н. Зазуля, А. В. Прохоров // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 ноября 2019 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 41-45. – EDN TFIDRT.

5. Исследование влияния ходовой части кормораздатчика на точность дозирования / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров [и др.] // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, Тамбов, 01–31 декабря 2017 года. Том Выпуск 1. – Тамбов: Издательство Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Тамбовский государственный технический университет", 2017. – С. 519-522. – EDN YQKKUH.

6. Ведищев, С. М. Выбор варианта системы раздачи кормов / С. М. Ведищев, В. Т. Щедрин, Е. К. Теплякова // Вестник ТГТУ. 1999. Т. 5, № 4. С 643 – 650.

7. Обоснование рациональной схемы ходовой части мобильного кормораздатчика / С. М. Ведищев, В. П. Капустин, А. В. Прохоров [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 118-123. – EDN ZAUTUD.

References

1. Technical support of animal husbandry / A. I. Zavrazhnov, S. M. Vedishchev, M. K. Braliev [et al.]. – St. Petersburg: Publishing House "Lan", 2020. – 516 p. – (Secondary vocational education). – ISBN 978-5-8114-6650-4. – EDN EPTMMD.

2. Substantiation of an effective feed distribution system / S. M. Vedishchev, A. I. Zavrazhnov, A.V. Prokhorov, M. K. Braliev // Science in Central Russia. – 2020. – № 1(43). – Pp. 11-21. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-1-11-21. – EDN CYCGZD.

3. Classification of bunker feed dispensers for pigs / S. M. Vedishchev, A.V. Prokhorov, A.V. Milovanov, N. O. Milyukov // Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University. – 2014. – № 2(51). – Pp. 43-48. – EDN SFFAFB.

4. Evaluation of the effectiveness of technological lines for the preparation and distribution of feed in animal husbandry / S. M. Vedishchev, A. I. Zavrazhnov, A. N. Zazulya, A.V. Prokhorov // Modern science: theory, methodology, practice : Materials of the 1st All-Russian (national) Scientific and Practical Conference, Tambov, November 26-27, 2019. – Tambov: Pershin R.V. Publishing House, 2019. – pp. 41-45. – EDN TFIDRT.

5. Investigation of the effect of the feed dispenser chassis on the accuracy of dosing / S. M. Vedishchev, A. I. Zavrazhnov, A.V. Prokhorov [et al.] // Fundamental and applied scientific research: current issues, achievements and innovations : Materials of the All-Russian Correspondence Scientific and Practical Conference, Tambov, December 01-31, 2017. Volume Issue 1. – Tambov: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tambov State Technical University", 2017. – pp. 519-522. – EDN YQKKUH.

6. Vedishchev, S. M. Choosing a variant of the feed distribution system / S. M. Vedishchev, V. T. Shchedrin, E. K. Teplyakova // Bulletin of TSTU. 1999. Vol. 5, No. 4. From 643 – 650.

7. Justification of the rational scheme of the chassis of a mobile feed dispenser / S. M. Vedishchev, V. P. Kapustin, A.V. Prokhorov [et al.] // Priority directions of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia: Materials of the National Scientific and practical Conference, Ryazan, 22 November 2018. Volume Part 1. – Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2019. – pp. 118-123. – EDN ZAUTUD.

Информация об авторах

С.М. Ведищев - доктор технических наук, профессор; А.И. Завражнов - доктор технических наук, профессор, академик РАН; А.В. Прохоров – кандидат технических наук, доцент; Е.Б. Ложкина – младший научный сотрудник; М.Е. Выгузов – аспирант.

Information about the authors

S. Vedishchev - Doctor of Technical Sciences, Professor; A. Zavrazhnov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences; A. Prokhorov - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; E. Lozhkina – junior research; M. Vyguzov – postgraduate student.

Вклад авторов все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: *all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication*.

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 23.07.2023 Принята к публикации (Accepted): 24.08.2023