Т. 16. № 2 (62) 2023

ВЕСТНИК

ISSN 2075-6704

аграрной науки Дона

Don agrarian science bulletin

Теоретический и научно-практический журнал



СОДЕРЖАНИЕ

Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Кравченко В.А., Кравченко Л.В., Журба В.В.
Влияние типа модели шин типоразмера 18,4R-38 на энергетические и динамические показатели МЭС тягового класса 1,4 в составе МТА…… 4

Краснов И.А., Кравченко И.А., Касьяненко А.В., Хронюк В.Б.
Влияние влагозащитной обработки насыщенных водой семян на рост и развитие ячменя…….. 17

Кольцов А.Ф.
Имитационное моделирование процесса очистки в зерноочистительной машине горизонтального типа ВСГ-1…… 27

Бондаренко А.М., Попенко А.Ю., Качанова Л.С., Челбин С.М.
Совершенствование технологии внесения концентрированных органических удобрений в условиях засушливого земледелия…….. 37

Христофоров Е.Н., Сакович Н.Е., Шкрабак Р.В. Шилин А.С., Шкрабак В.С.
Теоретические исследования безопасности сельскохозяйственной техники, оснащённой гидравликой…… 46

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

Соснин М.Д., Берестенко Е.Н., Шорсткий И.А.
Влияние обработки слаботочного искрового разряда на диэлектрические и электрические характеристики растительного сырья…… 56

Забродина О.Б., Юндин М.А., Исупова А.М., Севостьянов Д.А.
Экспериментальная оценка влияния трансформатора со схемой соединения обмоток «двойной зигзаг с нулем» на ток в нулевом проводе сети 0,38 кВ…….. 66

Безопасность труда в агропромышленном комплексе

Макаричева А.А., Ефимова В.М.
Показатели производственного травматизма в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве Республики Крым…….. 77

Шкрабак Р.В., Шаброва Е.С., Лизихина И.А., Богатырёв В.Ф., Шкрабак А.В., Смолинов Е.С.
Особенности условий и безопасности труда на тепличных объектах АПК и инновационные пути формирования их соответствия нормативно-правовой базе страны…….. 89

Липкович И.Э., Баранов Ю.Н., Егорова И.В., Петренко Н.В., Сафиулина Е.Б.
Оценка работоспособности работников отрасли животноводства при содержании крупного рогатого скота на основе анализа режимов труда и отдыха……. 98

Шкрабак Р.В.
Инновационные пути комплексного обеспечения безопасности труда в структурах АПК……..... 112

CONTENTS

Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex

Kravchenko V.A., Kravchenko L.V., Zhurba V.V.
Influence of the model type of 18,4R-38 tire size on energy and dynamic indicators of the multipurpose power system of 1,4 traction class as a part of machine and tractor units…… 4

Krasnov I.N., Kravchenko I.A., Kasyanenko A.V., Khronyuk V.B.
Effect of waterproof treatment of water-saturated seeds on the growth and development of barley…. 17

Koltsov A.F.
Simulation modeling of the cleaning process in a VSG-1 horizontal grain cleaning machine……. 27

Bondarenko A.M., Popenko A.Yu., Kachanova L.S., Chelbin S.M.
Improvement of the technology of applying concentrated organic fertilizer under the conditions of dry farming…… 37

Khristoforov E.N., Sakovich N.E., Shkrabak R.V., Shilin A.S., Shkrabak V.S.
Theoretical studies of the safety of agricultural machinery equipped with hydraulics…….. 46

Electrical technologies, electrical equipment and power supply of the agro-industrial complex

Sosnin M.D., Berestenko E.N., Shorstkiy I.A.
The effect of low-current spark discharge treatment on the dielectric and electrical properties of plant raw materials…… 56

Zabrodina O.B., Yundin M.A., Isupova A.M., Sevostyanov D.A.
Experimental evaluation of the influence of a transformer with a "double zigzag with zero" winding connection scheme on the current in the 0,38 kv network neutral wire…… 66

Labor safety in the agro-industrial complex

Makaricheva A.A., Efimova V.M.
Indicators of occupational injuries in agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming of the Republic of Crimea…… 77

Shkrabak R.V., Shabrova E.S., Lizikhina I.A., Bogatyrev V.F., Shkrabak A.V., Smolinov E.S.
Features of working conditions and safety in greenhouse facilities of the agro-industrial complex and innovative ways of forming their compliance with the legal framework of the country…… 89

Lipkovich I.E., Baranov Yu.N., Egorova I.V., Petrenko N.V., Safiulina E.B.
Assessment of the workability of livestock workers when keeping cattle based on the analysis of regimes of work and rest…….. 98

Shkrabak R.V.
Innovative ways to comprehensively ensure labor safety in the structures of the agro-industrial complex…….. 112

Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16. № 2 (62). С. 37–45.
Don agrarian science bulletin. 2023; 16-2(62): 37–45.

Научная статья
УДК 631.333
doi: 10.55618/20756704_2023_16_2_37–45
EDN: GXQBJB

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВНЕСЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Анатолий Михайлович Бондаренко[1], Александр Юрьевич Попенко[1], Людмила Сергеевна Качанова[2], Сергей Михайлович Челбин[3]

[1]Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, Ростовская область, г. Зерноград, Россия, achgaa@achgaa.ru
[2]Российская таможенная академия, Московская область, г. Люберцы, Россия, academy@customs-academy.ru
[3]Филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, Россия, rsc61lab@yandex.ru.

Аннотация. Эффективным приемом, способствующим сохранению почвенных ресурсов в условиях засушливого земледелия, является внесение гуматов и концентрированных органических удобрений. Для качественного поверхностного внесения концентрированных органических удобрений с дозами от 1 до 4 т/га разработана машина на базе РУМ (МВУ), обеспечивающая надежность технологического процесса выгрузки удобрений из кузова, исключающая сводообразование путем установки подвижных боковин кузова. Качество распределения удобрений по поверхности поля обеспечивается наличием пневмоцентробежного рабочего органа, адаптированного к физико-механическим свойствам концентрированных органических удобрений. Пневмоцентробежный выброс обеспечивается наличием двух вентиляторов высокого давления, расположенных вдоль боковин кузова машины, пневмопроводов и центробежного диска с приводом от гидромотора. Посредством пневмопроводов производится поверхностное внесение КОУ слева и справа по ходу движения агрегата, а центробежным диском – по центру движения машины. Данная компоновка машины позволяет вносить концентрированные органические удобрения с дозами до 10,0 т/га и более с неравномерностью распределения по ширине внесения менее 20%, по ходу движения агрегата – до 10%. Разработана функционально-кинематическая схема машины, обеспечивающая ее использование в агрегате с тракторами класса 1.4. Доза внесения концентрированных органических удобрений зависит от подачи их донным транспортером в систему распределения по поверхности поля, рабочей ширине внесения и скорости движения агрегата. При изменении скорости движения агрегата от 2,5 км/ч до 12,33 км/ч доза внесения удобрений может изменяться от 23,3 т/га до 1,5 т/га при изменении скорости донного транспортера от 0,15 м/с до 0,47 м/с. Рабочая ширина внесения составляет 8 м.

Ключевые слова: концентрированные органические удобрения, засушливое земледелие, органическая система земледелия, пневмоцентробежный рабочий орган, внесение удобрений, технологический процесс

Для цитирования: Бондаренко А.М., Попенко А.Ю., Качанова Л.С., Челбин С.М. Совершенствование технологии внесения концентрированных органических удобрений в условиях засушливого земледелия // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16. № 2 (62). С. 37–45.

Original article

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF APPLYING CONCENTRATED ORGANIC FERTILIZER UNDER THE CONDITIONS OF DRY FARMING

Anatoly Mikhailovich Bondarenko[1], Alexander Yurievich Popenko[1], Lyudmila Sergeevna Kachanova[2], Sergey Mikhailovich Chelbin[3]

[1]Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Rostov region, Zernograd, Russia, achgaa@achgaa.ru
[2]Russian Customs Academy, Moscow region, Luybertsy, Russia, academy@customs-academy.ru
[3]Branch of Russian Agricultural Center in Rostov region, Rostov-on-Don, Russia, rsc61lab@yandex.ru.

Abstract. An effective technique that contributes to the conservation of soil resources in arid agriculture is the application of humates and concentrated organic fertilizers. For high-quality surface application of concentrated organic fertilizers with doses of 1 to 4 t/ha, a machine based on RUM (MVU) was developed. It ensures the reliability of the technological process of unloading fertilizers from the body, excluding arching by installing movable body sidewalls. The quality of fertilizer distribution over the field surface is ensured by the presence of a pneumatic centrifugal working body adapted to the physical and mechanical properties of concentrated organic fertilizers. Pneumatic centrifugal release is ensured by the presence of two high-pressure fans

© Бондаренко А.М., Попенко А.Ю., Качанова Л.С., Челбин С.М., 2023

located along the sides of the machine body, pneumatic lines and a centrifugal disk driven by a hydraulic motor. By means of pneumatic pipelines, the surface application of concentrated organic fertilizer (COF) is carried out on the left and right in the direction of motion of the machine, and with a centrifugal disk – in the center of motion of the machine. This layout of the machine allows us to apply concentrated organic fertilizers with doses up to 10,0 t/ha or more with uneven distribution over the application width of less than 20%, in the direction of motion of the machine – up to 10%. A functional-kinematic scheme of the machine has been developed, which ensures its use in a unit with tractors of 1.4 Class. The dose of applying concentrated organic fertilizers depends on their supply by a bottom conveyor to the distribution system over the field surface, the application width and the speed of the unit. When the speed of the machine changes from 2,5 km/h to 12,33 km/h, the dose of fertilizer application can vary from 23,3 t/ha to 1,5 t/ha when the speed of the bottom conveyor changes from 0,15 m/s up to 0,47 m/s. The application width is 8 m.

Keywords: concentrated organic fertilizers, arid agriculture, organic system of agriculture, pneumatic centrifugal working organ, application of fertilizers, technological process

For citation: Bondarenko A.M., Popenko A.Yu., Kachanova L.S., Chelbin S.M. Improvement of the technology of applying concentrated organic fertilizer under the conditions of dry farming. Vestnik agrarnoy nauki Dona = Don agrarian science bulletin. 2023; 16-2(62): 37–45. (In Russ.)

Введение. Большинство земель сельскохозяйственного назначения в ЮФО находится в зонах засушливого земледелия. В структуре земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области пашня, сенокосы и пастбища занимают площадь более 8 тыс. га, при этом под зерновые отводится от 2200 тыс. га до 2500 тыс. га [1]. В шести природно-сельскохозяйственных зонах Ростовской области с разными климатическими условиями преобладают засухи и нехватка влаги в продукционном слое почвы.

В условиях засушливого земледелия важная роль отводится сохранению почвенного плодородия как основной составляющей получения высоких урожаев. Существует множество приемов, способствующих восстановлению почвенных ресурсов, основным из которых является использование органической системы земледелия [2, 3, 4]. Органическая система земледелия направлена на разработку прорывной технологии в отечественном производстве зерна, сосредоточенного в зонах засушливого земледелия путем создания технологии переработки побочной продукции растениеводства (незерновая часть урожая, пожнивные остатки на корню) и животноводства с птицеводством (навоза и помета различной консистенции) на основе промышленной обработки этих материалов с помощью специально приготовленных высокоэффективных биологических добавок [5, 6, 7]. Взаимодействие названной побочной продукции с биодобавками обеспечивает приготовление высокоэффективных концентрированных органических удобрений [8]. Для данной технологии разрабатывается система машин, основным элементом которой является техническое средство для их поверхностного внесения. Существующие машины для поверхностного внесения органических и минеральных удобрений не обеспечивают качественное распределение их по поверхности поля, так как их распределяющие рабочие органы не адаптированы к физико-механическим свойствам концентрированных органических удобрений (пылевидная форма, плотность от 0,6 до 0,8 т/м^3, влажность 40–50%). Неэффективное использование концентрированных органических удобрений приводит к недобору зерновых культур от 0,8 до 1,0 т/га. Предыдущими исследованиями установлено, что наиболее эффективной для поверхностного внесения концентрированных органических удобрений (КОУ) является машина с пневмоцентробежным рабочим органом [3].

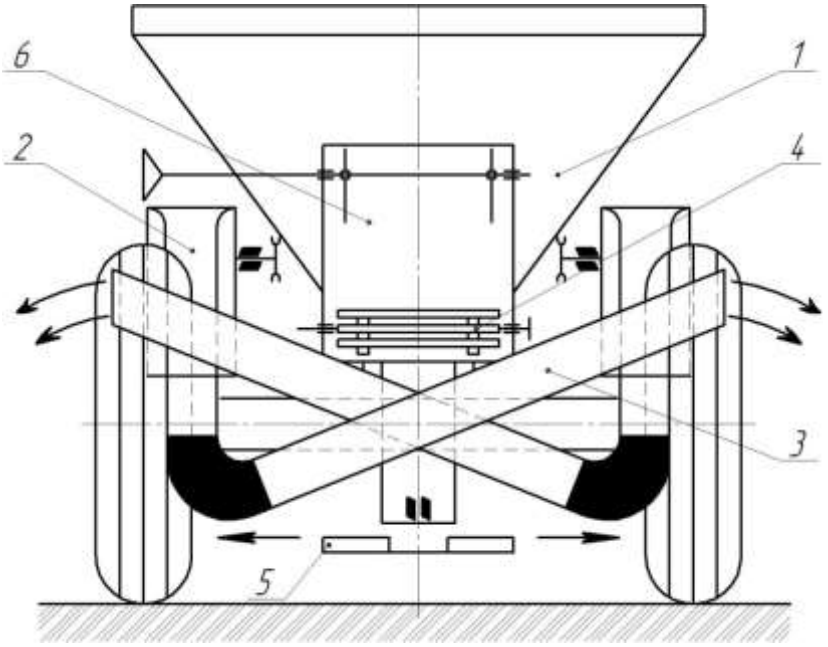
Цель исследования. Совершенствование технологии внесения концентрированных органических удобрений в условиях засушливого земледелия путем разработки технологической схемы машины с пневмоцентробежным рабочим органом.

Материалы и методы исследования. Анализ исследований по сохранению почвенных ресурсов в условиях засушливого земледелия показал, что наиболее эффективным приемом является внесение концентрированных органических удобрений. Однако специфичные свойства твердых концентрированных органических удобрений (пылевидная форма, влажность 40–50%, плотность от 0,6 до 0,8 т/м^3) не позволяют качественно вносить их серийной техникой. Совершенствование технологии внесения указанных удобрений основано на доработке существующих машин типа РУМ (МВУ) на основе применения методов системного подхода и основанного на нем системного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение. На юге России распространение получило концентрированное органическое удобрение марки «Агровит-Кор» (разработчик кан-

дидат биологических наук П.И. Короленко). Определяющими показателями работы машины для внесения удобрений являются надежность технологического процесса выгрузки удобрений из кузова машины и качество их распределения по поверхности поля [9, 10]. Под надежностью технологического процесса выгрузки удобрений из кузова понимается стабильная подача удобрений на распределяющий рабочий орган без образования сводов [11]. Качественным показателем является равномерность распределения удобрений по поверхности поля, которая должна быть не менее 80% по ширине внесения и 90% – по ходу движения агрегата [1, 11, 13]. Исследованиями ведущих НИИ Российской Федерации установлено, что внесение минеральных или органических удобрений с неравномерностью по ширине внесения более 40–50% приводит к недобору урожая зерновых культур до 30–35%.

В Азово-Черноморском инженерном институте ФГБОУ ВО Донской ГАУ разработана и прошла широкую производственную проверку машина для поверхностного внесения минеральных и концентрированных органических удобрений, обеспечивающая требуемые качественные показатели и надежность протекания технологического процесса выгрузки удобрений из кузова. Машина выполнена на базе разбрасывателя минеральных удобрений РУМ-5 (МВУ-5). Отличительной особенностью является сочетание центробежного и пневматического способов распределения удобрений по поверхности поля (рисунок 1).



1 – бункер; 2 – вентилятор высокого давления; 3 – воздуховоды; 4 – донный транспортер; 5 – роторный диск; 6 – регулирующая задвижка

Рисунок 1 – Схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом для поверхностного внесения удобрений

1 – bunker; 2 – high pressure fan; 3 – air ducts; 4 – bottom conveyor; 5 – rotary disk; 6 – control valve

Figure 1 – Scheme of a machine with a pneumatic centrifugal working body for surface fertilization

В зоне выброса удобрений донным транспортером установлен роторный диск с лопатками. По бокам бункера установлены два вентилятора высокого давления и воздуховоды, которые проходят через зону выгрузки удобрений. Регулирующая задвижка фиксирует требуемую подачу удобрений на распределяющие рабочие органы: роторный диск и воздуховоды.

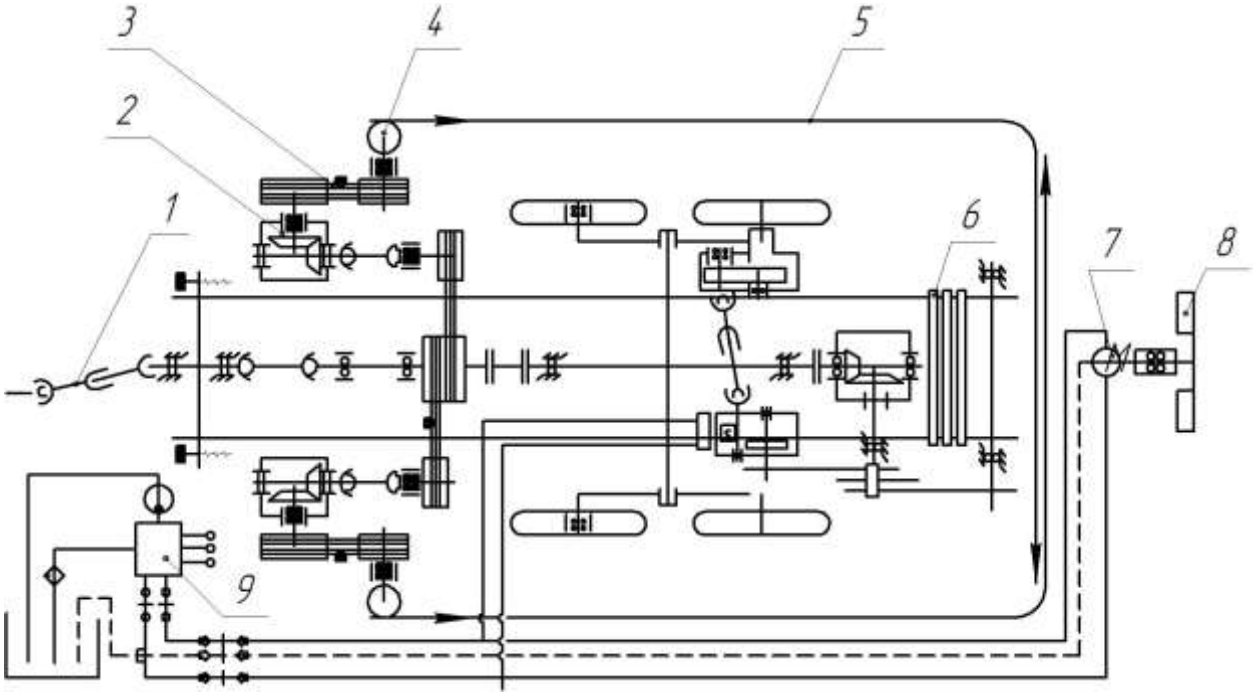
Работает машина следующим образом. В процессе работы удобрения из бункера донным транспортером подаются на распределяющие рабочие органы. Диском удобрения разбрасываются в центральной части прохода агрегата, а воздушные потоки через воздуховоды распределяют удобрения слева и справа по ходу движения агрегата.

Функционально-кинематическая схема данной машины показана на рисунке 2.

На функционально-кинематической схеме машины показаны направления приводов рабочих органов машины (вентиляторов высокого давления, донного транспортера и дискового

разбрасывателя) при подключении системы к карданному валу трактора и колесу машины.

Для ликвидации последствий сводообразования в кузове машины боковины её выполнены подвижными с приводом от гидроцилиндров.



1 – вал карданный; 2 – редуктор конический; 3 – привод вентиляторов высокого давления;
4 – вентилятор высокого давления; 5 – воздуховоды; 6 – транспортер донный планчато-цепной;
7 – гидромотор привода дискового разбрасывателя; 8 – разбрасыватель дисковый; 9 – гидрораспределитель
Рисунок 2 – Функционально-кинематическая схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом
1 – drive shaft; 2 – bevel gear; 3 – high pressure fan drive; 4 – high pressure fan; 5 – air ducts;
6 – bottom slat and chain conveyor; 7 – hydraulic motor drive disc spreader; 8 – disc spreader; 9 – hydraulic distributor
Figure 2 – Functional and kinematic diagram of a machine with a pneumatic centrifugal working body

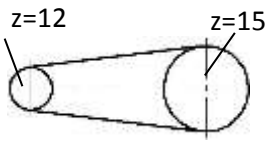
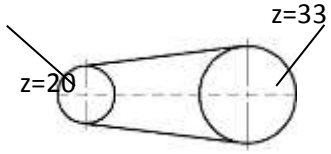
Экспериментально установлено, что при выгрузке концентрированных органических удобрений образование сводов на боковинах кузова начинается после опорожнения около половины их объема. Подвижные боковины кузова машины, посредством вращения вокруг нижних осей, гидроцилиндрами перемещаются до вертикального положения, что позволяет осуществлять полную выгрузку удобрений из кузова машины и повышает надежность процесса их поверхностного внесения. После опорожнения кузова его боковины занимают первоначальное положение.

Для повышения качества распределения удобрений по поверхности поля на воздуховодах в их нижней части установлены дополнительно регулировочные заслонки, посредством которых изменяются траектории выброса частиц, что обеспечивает высокую равномерность распределения удобрений по поверхности поля [14].

Данная функционально-кинематическая схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом позволяет эффективно вносить минеральные и концентрированные органические удобрения с заданными дозами и требуемым качеством распределения по поверхности поля. Теоретические дозы внесения удобрений представлены в таблице 1.

В производственных условиях наблюдаются отклонения фактических показателей плотности удобрений, рабочей ширины внесения удобрений от представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Теоретические дозы внесения удобрений машиной РУМ-5-03 с использованием пневмоцентробежного рабочего органа
Table 1 – Theoretical doses of fertilizer application by a machine of type RUM-5-03 using a pneumatic centrifugal working body

Вид удобрений Type of fertilizer	Плотность, т/м³ Density, t/m³	Рабочая ширина внесения, м Application width, m	Доза внесения удобрений, кг/га Dose of fertilizer application, kg/ha						
			200	250	300	700	800	900	1000
			Пониженная скорость донного транспортера Reduced speed of the bottom conveyor			Повышенная скорость донного транспортера Increased speed of the bottom conveyor			
			Высота открытия задвижки (расчетная), мм Valve opening height (calculated), mm						
Нитроаммофоска Nitroammophoska	1,0	10,8	45	58	70	51	58	66	75
КОУ марки «Агровит-Кор» COF of the brand «Agrovit-Kor»	0,6	8,0	80	99	118	85	98	110	122
Схема переключения скоростей донного транспортера Scheme of gear shifting for a bottom conveyor			 υдт = 0,15м/с			 υдт = 0,47м/с			

Тогда корректировка параметров производится по формуле

$$H_0 = \frac{H_p \cdot Y_p B_p}{Y_\phi B_\phi}, \quad (1)$$

где H_0 и H_p – высота открытия задвижки, соответственно, фактическая и расчетная, мм;

Y_p и Y_ϕ – расчетная и фактическая плотность удобрений, т/м³;

B_ϕ и B_p – фактическая и расчетная рабочая ширина внесения удобрений, м.

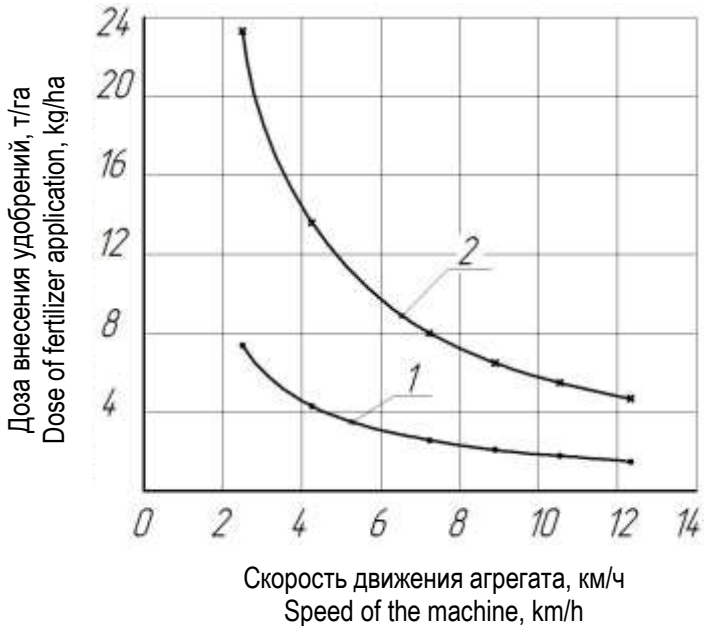
Основным технологическим параметром рассматриваемого агрегата является его рабочая скорость при внесении удобрений, которая может меняться от 2,5 км/ч (1-я передача трактора) до 12,33 км/ч (6-я передача трактора). Качественными параметрами работы агрегата являются равномерность распределения по поверхности поля и дозы их внесения. На рисунке 3 показано изменение доз внесения КОУ от рабочей скорости движения агрегата.

Из рисунка 3 видно, что на каждом скоростном режиме агрегата при увеличении скорости донного транспортера ($\upsilon_{дт}$) возрастает подача удобрений на распределяющие рабочие органы и, соответственно, дозы их внесения. При $\upsilon_{дт}$ = 0,47 м/с дозы вносимых удобрений меняются от 23,3 т/га ($\upsilon_{агр}$= 2,5 км/ч) до 4,7 т/га ($\upsilon_{агр}$ =12,33 км/ч). При $\upsilon_{дт}$ = 0,15 м/с дозы вносимых удобрений меняются от 7,4 т/га ($\upsilon_{агр}$= 2,5 км/ч) до 1,5 т/га ($\upsilon_{агр}$ =12,33 км/ч).

Изменение параметров скорости донного транспортера, высоты открытия задвижки машины и скорости движения агрегата позволяет вносить КОУ с дозами от 0,2 до 10,0 т/га.

Техническая характеристика машины представлена в таблице 2.

Из представленных в таблице 2 данных видно, что машина с пневмоцентробежным рабочим органом является универсальной и с высоким качеством может вносить как минеральные, так и концентрированные органические удобрения, что важно для сохранения почвенного плодородия и предотвращения потерь выращиваемых зерновых культур применительно к условиям засушливого земледелия.



1 – υдт = 0,15 м/с; 2 – υдт = 0,47 м/с
Рисунок 3 – Влияние скорости движения агрегата ($υ_{агр}$) с пневмоцентробежным рабочим органом на дозы внесения КОУ марки «Агровит-Кор» при $Y_ф$= 0,6 т/м^3 и $H_ф$=0,08 м
1 – υдт = 0,15 м/с; 2 – υдт = 0,47 м/с
Figure 3 – Influence of the speed of the machine ($υ_{агр}$) with a pneumatic centrifugal working body on the dose of fertilizer application of COF of the brand «Agrovit-Kor» at $Y_ф$= 0,6 т/м^3 and $H_ф$=0,08 м

Таблица 2 – Техническая характеристика машины с пневмоцентробежным рабочим органом
Table 2 – Technical characteristics of a machine with a pneumatic centrifugal working body

Показатели Indicators	Концентрированные органические удобрения (КОУ) Concentrated organic fertilizer (COF)	Минеральные удобрения Mineral fertilizer
Агрегатируется с трактором Aggregated with a tractor	кл. 1,4	кл. 1,4
Привод рабочих органов Drive for working parts	от ВОМ и гидросистемы трактора from the PTO and hydraulic system of the tractor	
Способ распределения удобрений Fertilizer distribution method	пневмоцентробежный pneumatic centrifugal	
Рабочая ширина внесения, м Application width, m	8	20–40
Неравномерность распределения удобрений, %: Uneven fertilizer distribution, %:		
– по ширине внесения – by application width	до 20	до 25
– по ходу движения агрегата – by the direction of motion of the machine	до 10	до 10
Доза внесения удобрений, т/га Dose of fertilizer application, t/ha	0,2–10,0	0,05–0,5

Вывод. Разработана функционально-кинематическая схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом, адаптированным к физико-механическим свойствам концентрированных органических удобрений, техническая характеристика, которой позволяет при рабочей ширине внесения концентрированных органических удобрений 8 м получить неравномерность распределения по ширине внесения менее 20%, по ходу движения агрегата – менее 10%.

Совершенствование технологии внесения концентрированных органических удобрений в условиях засушливого земледелия заключается в разработке машины с пневмоцентробежным

рабочим органом на базе существующих разбрасывателей типа РУМ (МВУ), что обеспечивает качественное распределение минеральных и концентрированных органических удобрений с заданными дозами внесения и, как следствие, позволяет дополнительно получить до 0,8–1,0 тонны зерновых с одного гектара пашни.

Список источников

1. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы. Разработаны ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» совместно с научными и образовательными учреждениями по заказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. ООО «Альтаир». Ростов-на-Дону: 2022. 736 с. http: Зональные_системы_земледелия_ Ростовской_области_на_период_2022-2026_годы_1.pdf (don-agro.ru) (дата обращения 01.11.2022).

2. Липкович Э.И., Бельтюков Л.П., Бондаренко А.М. Органическая система земледелия // Техника и оборудование для села. 2014. № 8. С. 2–7. EDN: SJWBDV

3. Бондаренко А.М., Качанова Л.С. Система органического земледелия: сб. материалов МНПК: «Организация сельского хозяйства – основа производства экологически чистой продукции» (28–29 июня 2018 г.). Алмалыбак: ТОО «Асыл кітан», 2018. С. 340–343.

4. Органоминеральное удобрение «Агровит-Кор» марки А. Рекомендации по транспортировке, применению и хранению НГР [Электронный ресурс]. 462-13-1667-1. Ростов-на-Дону: ООО НЦ // «Нооэкосфера–XXI» [Сайт]. 2017. Режим доступа: https://www.агровит-кор.рф/node/13 (дата обращения 01.10.2022).

5. Шигапов И.И., Кадырова А.М. Новые технологии и оборудование для переработки навоза свинокомплексов, коровников и птицефабрик // Естественные и технические науки. 2012. № 4. С. 362–365. EDN: PCXELJ

6. Завражнов А.И., Миронов В.В., Бралиев М.К. Современные технологии и технические средства удаления, хранения навоза и производства высококачественных органических удобрений. Уральск: Издательство Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, 2014. С 72–75. EDN: VPQUMZ

7. Головко А.Н., Хаценко А.В. Оптимизация процесса переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16. № 4. С. 100–107. DOI: 10.22450/199996837_2022_4_100. EDN: YIHXWO

8. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Кузьмина Т.Н. Инновационные технологии, процессы и оборудование для интенсивного разведения свиней: брошюра. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 128 с. EDN: YSJXFF

9. Бадретдинов И.Д., Мударисов С.Г. Научное обоснование и совершенствование пневматических систем сельскохозяйственных машин на основе моделирования технологического процесса // Вестник НГИЭИ. 2019. № 9 (100). С. 5–16. EDN: WJMSJE

10. Ляпцев С.А., Потапов В.Я., Потапов В.В., Семериков Л.А. Закономерности разделения минералов на наклонной плоскости фрикционного сепаратора // Изв. Уральского государственного горного университета. 2014. № 2 (34). С. 36–40. EDN: SGRUUN

11. Матвеев А.И., Лебедев И.Ф., Никифорова Л.В., Яковлев Б.В. Моделирование движения частиц в винтовом пневмосепараторе // Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал. 2014. С. 172–178. EDN: SXWUCT

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 октября 2022 г. № 1940. г. Москва «Об утверждении требований к обращению побочных продуктов животноводства», Официальный интернет-портал правовой информации (pravo.gov.ru). 2022. 7 с.

13. Saitov V.E., Farafonov V.G., Gataullin R.G., Saitov A.V. Research of a diametrical fan with suction channel // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018, 457 p. DOI 10.1088/1757-899X/457/1/012009

14. Патент на полезную модель 196608 РФ, МПК A01C 15/00. Разбрасыватель минеральных и концентрированных органических удобрений / Бондаренко А.М., Попенко А.Ю., Качанова Л.С., Головко А.Н. № 2019132750; заявл. 14.10.2019; опубл. 06.03.2020, Бюл. № 7. EDN: IKFEAH

References

1. Zonal`nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2022–2026 gody. Razrabotany FGBNU «Federal`nyy Rostovskiy agrarnyy nauchnyy tsentr» sovmestno s nauchnymi i obrazovatel`nymi uchrezhdeniyami po zakazu Ministerstva sel`skogo khozyaystva i prodovol`stviya Rostovskoy oblasti (Zonal farming systems of the Rostov region for 2022–2026. Developed by Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Research Center" together with scientific and educational institutions by order of the Ministry of Agriculture and Food of the Rostov region). OOO «Al`tair», Rostov-na-Donu, 2022, 736 s. http: Зональные_ системы_земледелия_Ростовской_области_на_период_2022-2026_годы_1. pdf (don-agro.ru) (data obrascheniya 01.11.2022). (In Russ.)

2. Lipkovich E.I., Bel`tyukov L.P., Bondarenko A.M. Organicheskaya sistema zemledeliya (Organic farming system). *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2014; 8: 2–7. EDN: SJWBDV (In Russ.)

3. Bondarenko A.M., Kachanova L.S. Sistema organicheskogo zemledeliya (Organic farming system): sb. materialov MNPK: Organizatsiya sel`skogo khozyaystva – osnova proizvodstva ekologicheski chistoy produktsii (28–29 iyunya 2018 g.), Almalybak: TOO «Asyl kitan», 2018, s. 340–343.

4. Organomineral`noe udobrenie Agrovit-Kor marki A. Rekomendatsii po transportirovke, primeneniyu i khraneniyu NGR (Organic-mineral fertilizer "Agrovit-Kor" of brand A. Recommendations for transportation, application and storage of NGR) [Elektronnyy resurs], 462-13-1667-1. Rostov-na-Donu: OOO NTS, Nooekosfera-XXI [Sayt]. 2017. Rezhim dostupa: ttps://agrovit-kor.rf/node/13 (data obrascheniya 01.10.2022). (In Russ.)

5. Shigapov I.I., Kadyrova A.M. Novye tekhnologii i oborudovanie dlya pererabotki navoza svinokompleksov, korovnikov i ptitsefabrik (New technologies and equipment for manure processing of pig farms, cowsheds and poultry farms). *Estestvennye i tekhnicheskie nauki.* 2012; 4: 362–365. EDN: PCXELJ (In Russ.)

6. Zavrazhnov A.I., Mironov V.V., Braliev M.K. Sovremennye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva udaleniya, khraneniya navoza i proizvodstva vysokokachestvennykh organicheskikh udobreniy (Modern technologies and technical means of manure disposal, storage and production of high-quality organic fertilizers). Ural`sk: Izdatel`stvo Zapadno-Kazakhstanskogo agrarno-tekhnicheskogo universiteta imeni Zhangir khana, 2014, s. 72–75. EDN: VPQUMZ (In Russ.)

7. Golovko A.N., Khatsenko A.V. Optimizatsiya protsessa pererabotki zhidkogo navoza v prifermskikh navozokhranilischakh (Optimization of liquid manure processing in near-farm manure storages). *Dal`nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2022; 16–4: 100–107.
DOI: 10.22450/199996837_2022_4_100.
EDN: YIHXWO (In Russ.)

8. Fedorenko V.F., Mishurov N.P., Kuz`mina T.N. Innovatsionnye tekhnologii, protsessy i oborudovanie dlya intensivnogo razvedeniya sviney (Innovative technology, processes and equipment for intensive hog-breeding): broshyura. Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2017, 128 s.
EDN: YSJXFF (In Russ.)

9. Bodretdinov I.D., Mudarisov S.G. Nauchnoe obosnovanie i sovershenstvovanie pnevmaticheskikh sistem sel`skokhozyaystvennykh mashin na osnove modelirovaniya tekhnologicheskogo protsessa (Scientific justification and improvement of pneumatic systems for agricultural machines based on the simulation of technological process). *Vestnik NGIEI*. 2019; 9(100): 5–16. EDN: WJMSJE (In Russ.)

10. Lyaptsev S.A., Potapov V.YA., Potapov V.V., Semerikov L.A. Zakonomernosti razdeleniya mineralov na naklonnoy ploskosti friktsionnogo separatora (Regularities of minerals divison on the frictional separator inclined plane). *Izv. Ural`skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*. 2014; 2 (34): 36–40. EDN: SGRUUN (In Russ.)

11. Matveev A.I., Lebedev I.F., Nikiforova L.V., Yakovlev B.V. Modelirovanie dvizheniya chastits v vintovom pnevmoseparatore (Modeling of motion of particles in the screwed version of air separator). *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten`: nauchno-tekhnicheskiy zhurnal.* 2014: 172–178. EDN: SXWUCT (In Russ.)

12. Postanovlenie Pravitel`stva Rossiyskoy Federatsii ot 31 oktyabrya 2022 g. № 1940. g. Moskva «Ob utverzhdenii trebovaniy k obrascheniyu pobochnykh produktov zhivotnovodstva» (On approval of requirements for the circulation of animal by-products). Ofitsial`nyy internet-portal pravovoy informatsii (pravo.gov.ru), 2022, 7 s. (In Russ.)

13. Saitov V.E., Farafonov V.G., Gataullin R.G., Saitov A.V. Research of a diametrical fan with suction channel, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018; 457. DOI 10.1088/1757-899X/457/1/012009

14. Bondarenko A.M., Popenko A.Yu., Kachanova L.S., Golovko A.N. Razbrasyvatel` mineral`nykh i kontsentrirovannykh organichesikkh udobreniy (Spreader for mineral and concentrated organic fertilizers), pat. na poleznuyu model` 196608 RF, MPK A01S 15/00. No 2019132750, zayavl. 14.10.2019, opubl. 06.03.2020, Byul. № 7. EDN: IKFEAH (In Russ.)

Информация об авторах

А.М. Бондаренко – доктор технических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, Ростовская область, г. Зерноград, Россия. Тел.: +7-928-162-76-46. E-mail: bondanmih@rambler.ru.

А.Ю. Попенко – соискатель, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде, Ростовская область, г. Зерноград, Россия. Тел.: +7-961-328-71-65; +7-991-424-61-79. E-mail: PopenkoAlexander@yandex.ru.

Л.С. Качанова – доктор экономических наук, профессор, Российская таможенная академия, Московская область, Люберцы, Россия. Тел.: +7-906-780-21-57. E-mail: kachanova@customs-academy.ru.

С.М. Челбин – кандидат экономических наук, Филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области, Ростов-на-Дону, Россия. Тел.: +7-918-558-38-74. E-mail: rsc61lab@yandex.ru.

Александр Юрьевич Попенко, popenkoAlexander@yandex.ru

Information about the authors

A.M. Bondarenko – Doctor of Technical Sciences, Professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Rostov region, Zernograd, Russia. Phone: +7-928-162-76-46. E-mail: bondanmih@rambler.ru.

A.Yu. Popenko – competitor of a scientific degree, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Rostov region, Zernograd, Russia. Phone: +7-961-328-71-65; +7-991-424-61-79. E-mail: PopenkoAlexander@yandex.ru.

L.S. Kachanova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Moscow region, Luybertsy, Russia. Phone: +7-906-780-21-57. E-mail: kaanova@ustoms-aademy.ru.

S.M. Chelbin – Candidate of Economic Sciences, branch of the Russian Agricultural Center in the Rostov region, Rostov-on-Don, Russia. Phone: +7-918-558-38-74. E-mail: rs61lab@yandex.ru.

Alexander Yurievich Popenko, *popenkoAlexander@yandex.ru*

Вклад авторов. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors. All authors made an equivalent contribution to the preparation of the article.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 27.02.2023; одобрена после рецензирования 19.04.2023; принята к публикации 20.04.2023.
The article was submitted 27.02.2023; approved after reviewing 19.04.2023; accepted for publication 20.04.2023.

https://elibrary.ru/gxqbjb