

Тип статьи: научная
УДК 631.862.2
DOI: 10.35887/2305-2538-2024-4-31-39

К ВОПРОСУ ПЕРЕКАЧКИ И ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ИЗ ЛАГУН-НАВОЗОХРАНИЛИЩ

*Юрий Александрович Киров*¹, *Владимир Александрович Милюткин*²,
*Всеволод Юрьевич Киров*³, *Андрей Александрович Рябцев*⁴
^{1,2,3,4} Самарский государственный аграрный университет, Самарская область,
г. Кинель, Российская Федерация

¹ kirov.62@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6736-1263>

² oiapp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8948-4862>

³ kirov.vsevolod@gmail.com

⁴ ryabtsevaa@yandex.ru

Автор, ответственный за переписку: Юрий Александрович Киров, kirov.62@mail.ru
Corresponding author: Yuri Kirov, kirov.62@mail.ru

Реферат. Обоснована наиболее эффективная технология переработки, хранения и использования навозных стоков животноводческих комплексов в органические удобрения, представляющая гомогенизацию навозной массы в лагуне-навозохранилище с помощью насоса-понтон. Выявлены недостатки в обеспечении рабочего процесса перекачки из лагун-навозохранилищ и внесения жидких органических удобрений (ЖОУ) в почву, в связи с чем обоснован и разработан перспективный агрегат для транспортировки ЖОУ из лагун-навозохранилища и внесения их в почву. Цель статьи заключается в повышении эффективности процесса перекачки и внесения ЖОУ из лагун-навозохранилищ с использованием усовершенствованного агрегата. Разработана усовершенствованная конструкция агрегата для внесения ЖОУ, обладающая высокой равномерностью распределения рабочей жидкости по ширине захвата агрегата. Приведены условия испытаний агрегата для внесения ЖОУ на полях, прилегающих к животноводческому комплексу. Разработана методика определения равномерности распределения ЖОУ по выливным шлангам агрегата. Проведены экспериментальные исследования опытного образца агрегата. По результатам замеров построены гистограмма сравнительных испытаний с известным вариантом и графические зависимости равномерности распределения ЖОУ по выливным шлангам. Определена эффективность работы агрегата, которая заключается в равномерности распределения рабочей жидкости ЖОУ по ширине захвата агрегата, за счет использования распределительного купола.

Ключевые слова: навозные стоки, утилизация, органические удобрения, лагуна-навозохранилище, гомогенизация, перекачка, насос-понтон, внесение в почву, агрегат.

ON THE ISSUE OF PUMPING AND APPLYING LIQUID ORGANIC FERTILIZERS FROM MANURE STORAGE LAGOONS TO THE SOIL

*Yuri Kirov*¹, *Vladimir Milyutkin*², *Vsevolod Kirov*³, *Andrey Ryabtsev*⁴
^{1,2,3,4} Samara State Agrarian University, Samara region, Kinel, Russian Federation

¹ kirov.62@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6736-1263>

² oiapp@mail.ru, <http://orcid.org/>

³ kirov.vsevolod@gmail.com

⁴ ryabtsevaa@yandex.ru

Abstract. The most effective technology for processing, storing and using manure effluents from livestock complexes into organic fertilizers, which involves homogenizing the manure mass in a manure

storage lagoon using a pontoon pump, has been substantiated. Shortcomings have been identified in ensuring the working process of pumping from manure storage lagoons and applying liquid organic fertilizers (ZHOU) to the soil, in connection with which a promising unit for transporting ZHOU from a manure storage lagoon and applying them to the soil has been justified and developed. The purpose of the article is to increase the efficiency of the process of pumping and applying ZHOU from manure storage lagoons using an improved unit. An improved design of the unit for applying ZHOU has been developed, which has a high uniformity of distribution of the working fluid over the width of the unit. The test conditions of the unit for applying ZHOU in the fields adjacent to the livestock complex are given. A method has been developed for determining the uniformity of the distribution of ZHOU along the discharge hoses of the unit. Experimental studies of the prototype unit have been carried out. Based on the results of measurements, a histogram of comparative tests with a known variant and graphical dependences of the uniformity of the distribution of ZHOU over the discharge hoses are constructed. The efficiency of the unit is determined, which consists in the uniform distribution of the working fluid of the ZHOU over the width of the unit, due to the use of a distribution dome.

Keywords: manure effluents, utilization, organic fertilizers, lagoon-manure storage, homogenization, pumping, pontoon pump, introduction into the soil, unit.

Для цитирования: Киров Ю.А., Милюткин В.А., Киров В.Ю., Рябцев А.А. К вопросу перекачки и внесения в почву жидких органических удобрений из лагун-навозохранилищ // Наука в Центральной России Science in the Central Russia. 2024. Т. 70, № 4. С. 31-39. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-31-39>.

For citation: Kirov Yu., Milyutkin V., Kirov V., Ryabtsev A. On the issue of pumping and applying liquid organic fertilizers from manure storage lagoons to the soil. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2024; 70(4): 31-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2024-4-31-39>.

Введение. Современное животноводство использует сегодня индустриальные методы производства продукции животноводства, которые повлекли за собой проблемы экологического характера. Большое поголовье животных, сосредоточенное на относительно небольших площадях, требует эффективных методов уборки бесподстилочного навоза, получаемого в результате этого производства. Гидравлические методы уборки навоза неизбежно влекут за собой большие массы навозных стоков, которые не могут использоваться в данном виде и требуют дальнейшей качественной обработки. Между тем, подготовленные навозные стоки представляют собой ценную органику и значительно улучшают почвенное плодородие [1].

В настоящее время утилизация навозных стоков на ЖОУ предполагает три наиболее известных способа: разделение навозных стоков на фракции и использование каждой фракции в отдельности, компостирование твердой фракции и гомогенизация жидкой фракции. Гомогенизация жидкой фракции навозных стоков предполагает их хранение в специальных лагунах-навозохранилищах и систематическое перемешивание. При перемешивании навозных стоков в навозохранилище создается дисперсная среда, в которой интенсивно протекают биологические процессы по их обеззараживанию [2, 3, 4, 5].

Для гомогенизации навозных стоков и приготовления из них ценных ЖОУ широко используют различные конструкции фекальных насосов, мешалок, миксеров, диспергаторов и т.д. Но анализ технических средств для гомогенизации навозных стоков и перекачки ЖОУ показал, что при всем многообразии устройств нет машин, позволяющих сочетать в себе операции перемешивания и перекачку [6, 7, 8]. Одновременно с этими качествами, устройство должно быть мобильным и осуществлять рабочий процесс перемешивания навозных стоков по поверхности всей лагуны-навозохранилища.

Общая схема обработки навозных стоков свинокомплексов (рисунок 1) позволяет выявить основные направления дальнейшего их использование на органические удобрения.

После удаления навоза из производственных помещений свинокомплекса при помощи гидросмыва образуются навозные стоки, влажность которых достигает 98%. Далее следует блок технологических операций по фракционированию навозных стоков, после чего образуются два потока навозных стоков: первый – твердая фракция (для свиного навоза 65-70% влажности) и

второй - жидкая фракция, представляющая собой дисперсную среду, освобожденную от основной массы твердых взвешенных частиц. Причем от основного объема навозных стоков, поступающих со свиноккомплексов, твердой буртующейся фракции образуется лишь 8-10%. Дальнейшая обработка твердой фракции навозных стоков заключается в биотермическом её обеззараживании в буртах, компостировании и внесении в почву в качестве твердых органических удобрений.

Соответственно, что основная трудоемкость для использования в качестве органики состоит в обработке жидкой фракции навозных стоков, так как её образуется в десять раз больше твердой.

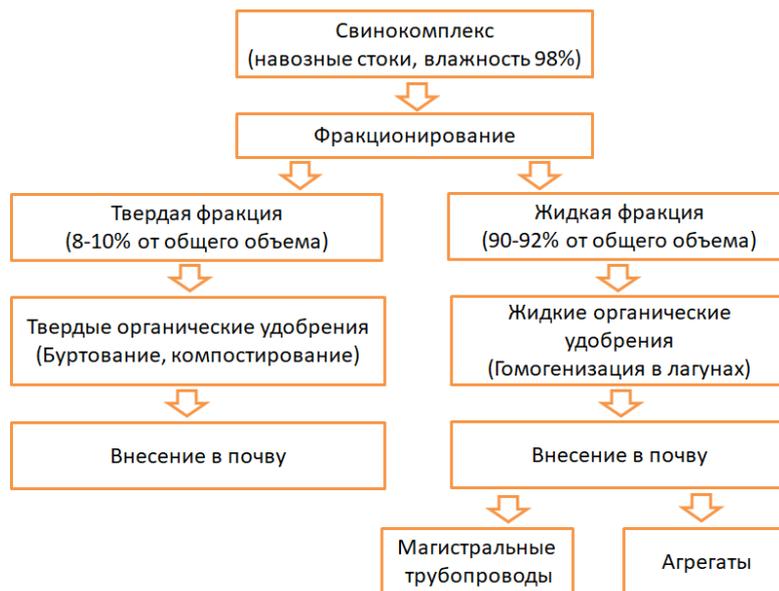


Рисунок 1 – Общая схема обработки навозных стоков свиноккомплексов

Одна из важных проблем обработки и утилизации жидкой фракции навозных стоков свиноккомплексов состоит в разработке технических средств гомогенизации, перекачки и внесения ЖОУ, соответствующих санитарно-гигиеническим и агротехническим требованиям, предъявляемым к навозным стокам как ЖОУ.

Технологии и технические средства для гомогенизации навозных стоков и приготовления из них ценных жидких органических удобрений (ЖОУ) предполагают использование различных устройств, представляющие собой: барботажные насосы, лопастные мешалки, миксерные установки, диспергаторы, дезинтеграторы и т.д. Обзор и анализ технических средств для гомогенизации навозных стоков и перекачки жидких органических удобрений показал, что при всем многообразии устройств нет машин, позволяющих сочетать в себе операции перемешивания и перекачку [6, 7]. Одновременно с этими качествами, устройство должно быть мобильным и осуществлять рабочий процесс утилизации навозных стоков по поверхности всей лагуны-навозохранилища.

Наиболее эффективным устройством для гомогенизации навозных стоков и перекачки ЖОУ является насос-понтон [9].

Перекачка ЖОУ может осуществляться как через магистральные гибкие шланги и вноситься непосредственно в почву, так и предварительно загруженные в емкости агрегатов для внесения ЖОУ [10].

При большой удаленности лагуны-навозохранилища от места внесения ЖОУ эффективней использовать агрегаты, при небольшой удаленности – использовать гибкие шланги [11].

Разработаны санитарно-гигиенические и зоотехнические требования к приготовлению ЖОУ на основе навозных стоков, поступающих с промышленных животноводческих комплексов, а также агротехнические требования для внесения их в почву, но, вместе с тем, нет технических средств внесения ЖОУ из навозных стоков, полностью удовлетворяющих этим требованиям.

Анализ рабочего процесса агрегатов для внесения ЖОУ их общий недостаток – неравномерность распределения жидкости по выливным шлангам агрегата. И, как следствие – неравномерность распределения жидкости по ширине захвата агрегата.

Цель исследований – повышение эффективности процесса перекачки и внесения жидких органических удобрений из лагун-навозохранилищ с использованием усовершенствованного агрегата.

Материалы и методы. В работе применялись методы анализа научно-технической литературы, открыты источники, а также патентные исследования способов и устройств для перекачки и внесения в почву навозных стоков из лагун-навозохранилищ. Поисковые опыты проводились в производственных условиях очистных сооружений ООО «Комсомольский свиноводческий комплекс» Кинельского района Самарской области мощностью 1 тыс. голов свиней в год, содержание – бесподстилочное, способ удаления навоза – гидросмыв, местом испытаний принята лагуна-навозохранилище, покрытие дна лагуны – геопленка. Обработанные гомогенизацией навозные стоки (влажность 98%) со свиноводческого комплекса из лагуны-навозохранилища насосом-понтонном подаются в цистерну агрегата и вывозятся на прилегающие поля для внесения в почву (рисунок 2).



Рисунок 2 - Рабочий процесс гомогенизации навозных стоков в лагуне-навозохранилище

Результаты и их обсуждение. Недостатком известных конструкций агрегатов для внесения ЖОУ в почву является низкая эффективность подачи рабочей жидкости к выливным шлангам и, как следствие, неравномерное распределение рабочей жидкости по ширине захвата агрегата [12].

В результате проведенных исследований в ФГБОУ ВО Самарский ГАУ была разработана усовершенствованная конструкция агрегата для внесения ЖОУ, обладающего высокой равномерностью распределения рабочей жидкости по ширине захвата агрегата.

Конструкция применима при проведении работ по внесению жидких органических удобрений на полях со сложной конфигурацией, теплицах массового производства, приусадебных участках и в небольших фермерских хозяйствах, что определяет его универсальность и простоту.

Агрегат обладает хорошей маневренностью и производительностью при эксплуатации.

Общая схема агрегата для внесения ЖОУ представлена на рисунке 3, выносной элемент распределительного купола – на рисунке 4[13].

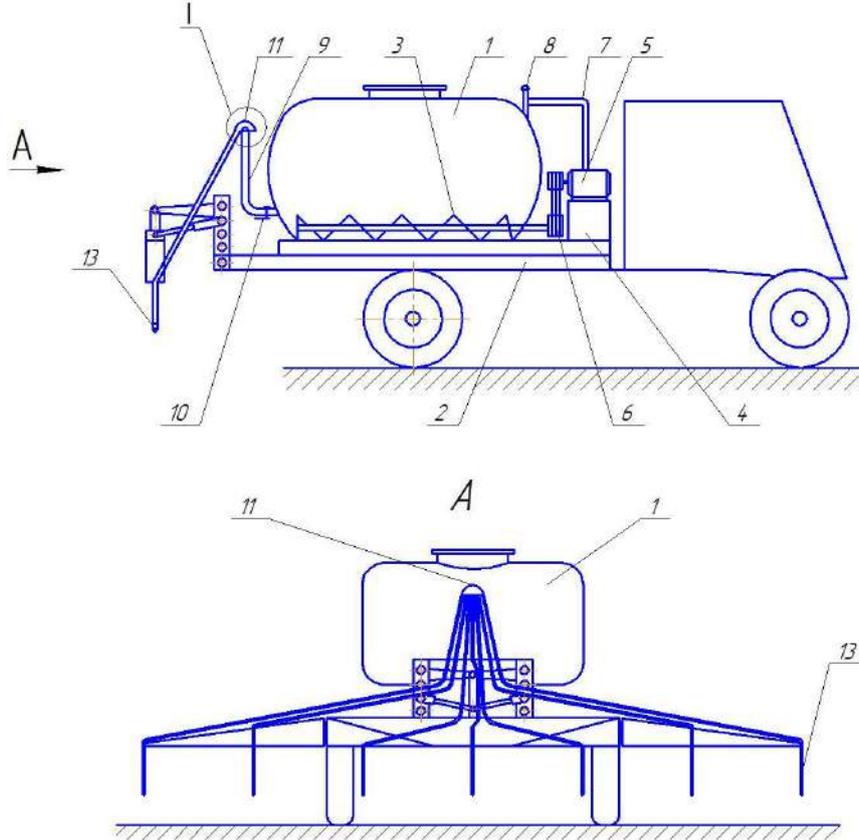


Рисунок 3 – Общая схема агрегата для внесения ЖОУ

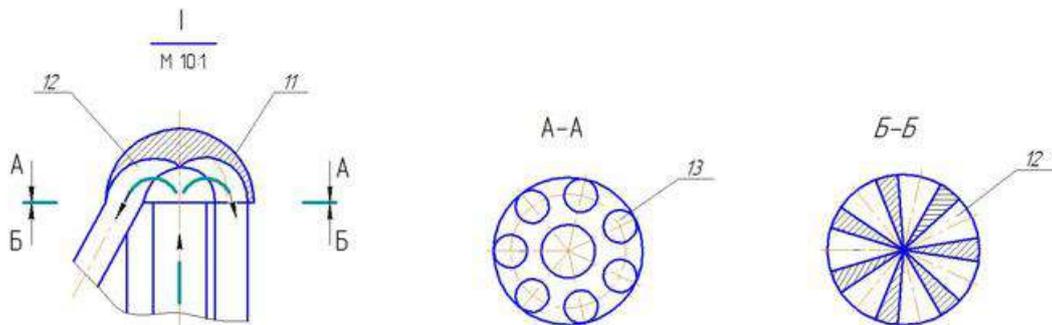


Рисунок 4 - Выносной элемент распределительного купола

Предлагаемый агрегат состоит из цистерны 1 объемом $0,2 \text{ м}^3$, размещенной на шасси 2, в нижней части которой установлен шнек 3 для качественного перемешивания рабочей жидкости, насос 4, закрепленный болтовыми соединениями на шасси 2, подключенный к стационарному двигателю 5, через клиноременную передачу 6. От насоса 4 через шланг 7 подается воздух, распыляющийся в сопле 8.

создавая давление в цистерне 1. Шланг 7 снабжен регулируемым перепускным клапаном 8, позволяющим устанавливать необходимую норму внесения рабочей жидкости и сбрасывать избыточное давление в цистерне 1. К торцевой задней части цистерны 1 присоединена магистраль высокого давления 9 с запорно-регулирующей аппаратурой 10. Вертикальная часть магистрали 9 оканчивается распределителем с распределительным куполом 11, причем на внутренней поверхности распределительного купола 11 выполнены направляющие пазы 12, соединенные соосно с выливными шлангами 13.

Для фиксированного положения выливных шлангов 13 по ширине захвата агрегата к шасси 2 посредством болтовых соединений 14 крепится регулируемая навеска 15, фиксирующая вертикальное положение штанги 16 через шарнирное соединение 17 и снабженная амортизаторами 18. Для перевода штанги 16 из транспортного положения в рабочее, агрегат снабжен навесами 19.

Работает агрегат следующим образом. В цистерну 1 через горловину заливается рабочая жидкость. Далее штанга 16 переводится из транспортного положения в рабочее и подбирается нужная высота штанги с помощью регулируемой навески 15. Стационарный двигатель 5 запускается, в результате чего начинает вращать перемешивающий шнек 3, через клиноременную передачу 6 и, одновременно насос 4 закачивает воздух в цистерну 1 через шланг 7, создавая давление в полости цистерны 1, и далее рабочая жидкость через запорно-регулирующую аппаратуру 10 по магистрали 9 под давлением поступает в распределитель с распределительным куполом 11. Заполнив полость распределительного купола 11, рабочая жидкость по направляющим пазам 12 подается и равномерно распределяется по выливным шлангам 13 для дальнейшего распределения по поверхности обрабатываемого участка. При излишках давления в системе срабатывает перепускной клапан 8. Штанга 16 переводится из транспортного положения в рабочее при помощи навесов 19.

Благодаря наличию направляющих пазов на внутренней поверхности распределительного купола повышается равномерность распределения рабочей жидкости по выливным шлангам агрегата, и, соответственно, повышается равномерность распределения рабочей жидкости по всей ширине захвата агрегата.

Испытания опытного образца агрегата для внесения ЖОУ проводились в полевых условиях вблизи лагуны-навозохранилища ООО «Комсомольский свиноводческий комплекс» Кинельского района Самарской области. Обработанные навозные стоки (влажность 98%) со свиноводческого комплекса из лагуны-навозохранилища насосом-пontonом подаются в цистерну агрегата и вывозятся на прилегающие поля для внесения в почву.

Результаты испытаний приведены на рисунках 5 и 6.

Для испытаний приняты два варианта распределения ЖОУ по ширине захвата агрегата:

- 1) С распределительным куполом (предлагаемый).
- 2) С распределителем-дробителем (известный).

Равномерность распределения ЖОУ оценивалась по разработанной частной методике путем замеров объемов жидкости, поступающих через выливные шланги агрегата (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний

а) предлагаемый агрегат

№	Показатели	Количество выливных шлангов, шт						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Объем ЖУ в мерной емкости	0,47	0,48	0,47	0,46	0,47	0,48	0,49

б) известный вариант

№	Показатели	Количество выливных шлангов, шт						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Объем ЖУ в мерной емкости	0,41	0,49	0,54	0,57	0,40	0,38	0,42

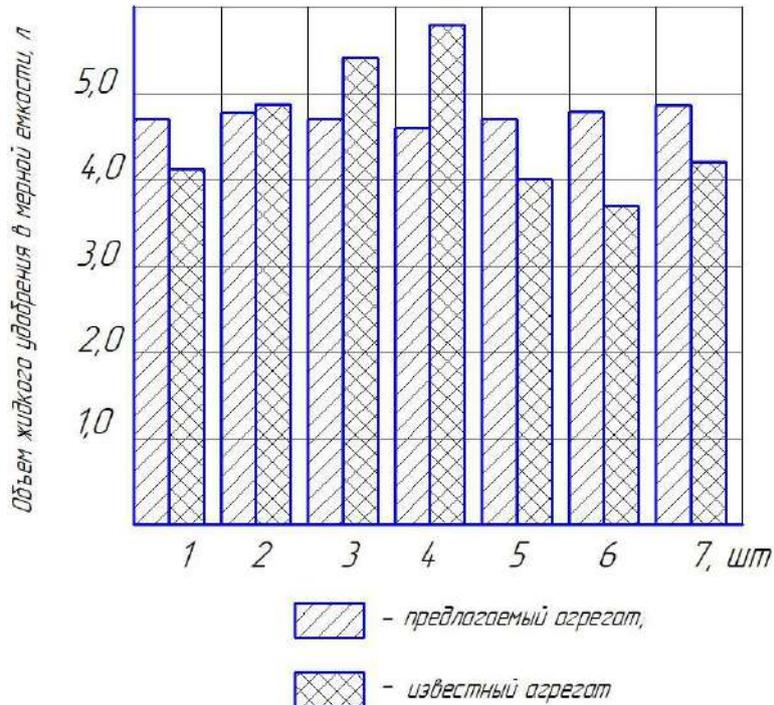


Рисунок 5 – Гистограмма сравнительных испытаний

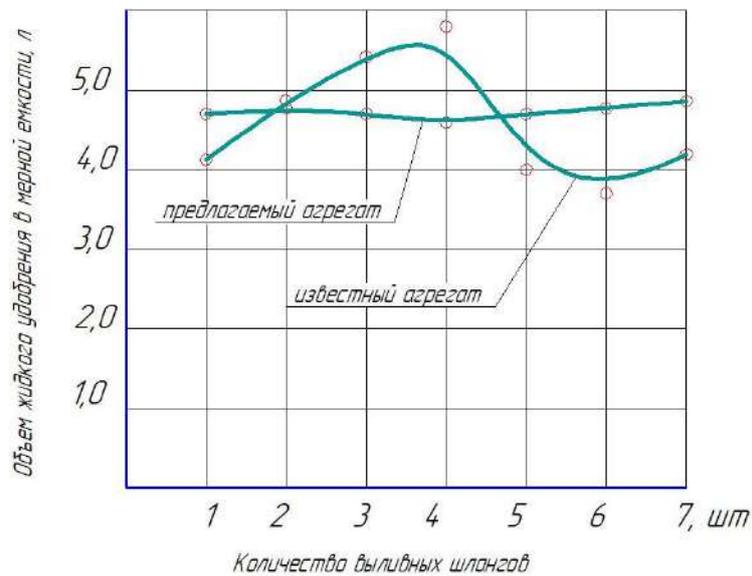


Рисунок 6 – Результаты определения равномерности распределения ЖОУ по выливным шлангам

Заключение. Таким образом, разработана усовершенствованная конструкция агрегата для внесения ЖОУ, обладающего высокой равномерностью распределения рабочей жидкости по ширине захвата агрегата за счет использования распределительного купола.

Список источников

1. ГОСТ 33830-2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2016. - 12 с.

2. Анализ современных технологий использования животноводческих стоков / П. Ф. Тиво, А. С. Анженков, Л. А. Саскевич, Е. А. Бут // Мелиорация. – 2017. – № 3(81). – С. 54-63.
3. Измайлов, А. Ю. Перспективы механизации применения органических удобрений / А. Ю. Измайлов, Н. М. Марченко, Г. И. Личман // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 3. – С. 9-11.
4. Бондаренко, А. М. Подготовка органических удобрений на свиноводческих фермах / А. М. Бондаренко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 3. – С. 3-4.
5. Васильев, Э. В. Способы внесения жидкой органики / Э. В. Васильев // Сельскохозяйственные вести. – 2020. – № 3(122). – С. 24-25.
6. Бричагина, А. А. Обзор технических средств, применяемых для внесения органических удобрений / А. А. Бричагина, А. Е. Кузьмин // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 42. – С. 51-57.
7. Андреева, Е. В. Современные технологии и технические средства внесения удобрений и их влияние на окружающую среду / Е. В. Андреева // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2008. – № 3. – С. 809.
8. Киров Ю.А., Киров В.А., Кирова Ю.З., Петушков А.В. Рациональная технология утилизации навозных стоков свинокомплексов на органические удобрения с выработкой биогаза // Наука в Центральной России. 2023. Т. 62, № 2. С. 65-73.
9. Технология и технические средства для обеспечения экологической и технической безопасности на животноводческих комплексах (теория и расчет) : / Ю. А. Киров, В. А. Мухин, Ю. А. Савельев [и др.]. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 156 с.
10. Милюткин, В. А. Инновационные решения в технологии производства многокомпонентных органических удобрений / В. А. Милюткин, Ю. А. Киров, В. Ю. Киров // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения : материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, Ульяновск, 15 декабря 2022 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. – С. 858-865.
11. Рациональные технологии и технические средства утилизации побочных продуктов животноводства на органические удобрения / Ю. А. Киров, В. А. Милюткин, В. Ю. Киров [и др.]. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – 152 с.
12. Патент РФ № 2407272, МПК7 А01С21/00, Устройство для дифференцированного внесения жидких органических удобрений / Соколов С.Р. [и др.] / опубл. 27.12.2010. – Бюл. №36.
13. Патент на полезную модель № 219417 U1 Российская Федерация, МПК А01С 23/00, А01С 23/04, А01G 25/00. Агрегат для внесения жидких органических удобрений : № 2023104356 : заявл. 27.02.2023; опубл. 14.07.2023 / Ю. А. Киров, Д. Н. Котов, В. А. Милюткин, Киров В.Ю., Рябцев А.А. [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".

References

1. GOST 33830-2016 Organic fertilizers based on animal husbandry waste. Technical specifications. - М.: Standartinform, 2016. - 12 p.
2. Analysis of modern technologies for the use of livestock effluents / P. F. Tivo, A. S. Anzhenkov, L. A. Saskevich, E. A. Booth // Land reclamation. – 2017. – № 3(81). – Pp. 54-63.
3. Izmailov, A. Yu. Prospects for mechanization of the use of organic fertilizers / A. Yu. Izmailov, N. M. Marchenko, G. I. Lichman // Machinery and equipment for rural areas. - 2010. – No. 3. – pp. 9-11.
4. Bondarenko, A.M. Preparation of organic fertilizers on pig farms / A.M. Bondarenko // Mechanization and electrification of agriculture. - 2005. – No. 3. – pp. 3-4.
5. Vasiliev, E. V. Methods of introducing liquid organics / E. V. Vasiliev // Agricultural news. – 2020. – № 3(122). – Pp. 24-25.
6. Brichagina, A. A. Review of technical means used for applying organic fertilizers / A. A. Brichagina, A. E. Kuzmin // Bulletin of the IrGSHA. – 2011. – No. 42. – pp. 51-57.

7. Andreeva, E. V. Modern technologies and technical means of fertilization and their impact on the environment / E. V. Andreeva // Engineering and technical support of the agro-industrial complex. Abstract journal. – 2008. – No. 3. – p. 809.
8. Kirov Yu.A., Kirov V.A., Kirova Yu.Z., Petushkov A.V. Rational technology of utilization of manure effluents of pig farms for organic fertilizers with biogas production // Science in Central Russia. 2023. Vol. 62, No. 2. pp. 65-73.
9. Technology and technical means to ensure environmental and technical safety in livestock complexes (theory and calculation): / Yu. A. Kirov, V. A. Mukhin, Yu. A. Savelyev [et al.]. – Kinel : Samara State Agricultural Academy, 2018. – 156 p.
10. Milyutkin, V. A. Innovative solutions in the production technology of multicomponent organic fertilizers / V. A. Milyutkin, Yu. A. Kirov, V. Yu. Kirov // Science in modern conditions: from idea to implementation: materials of the National scientific and practical conference with international participation dedicated to the 80th anniversary of the Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, December 15, 2022. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2022. – pp. 858-865.
11. Rational technologies and technical means of utilization of animal by-products for organic fertilizers / Yu. A. Kirov, V. A. Milyutkin, V. Yu. Kirov [et al.]. – Kinel: Samara State Agrarian University, 2023. - 152 p.
12. Patent of the Russian Federation No. 2407272, MPK7 A01C21/00, Device for differentiated application of liquid organic fertilizers / Sobolev S.R. [et al.] / publ. 12/27/2010. – Bul. No.36.
13. Patent for utility model No. 219417 U1 Russian Federation, MPK A01C 23/00, A01C 23/04, A01G 25/00. Unit for applying liquid organic fertilizers: No. 2023104356: application. 02/27/2023 : publ. 07/14/2023 / Yu. A. Kirov, D. N. Kotov, V. A. Milyutkin, Kirov V.Yu., Ryabtsev A.A. [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University".

Информация об авторах

Ю.А. Киров – доктор технических наук, доцент; В.А. Милюткин – доктор технических наук, профессор; В.Ю. Киров – аспирант; А.А. Рябцев – аспирант.

Information about the authors

Yu. Kirov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; V. Milyutkin – Doctor of Technical Sciences, Professor; V. Kirov – postgraduate student; A. Ryabtsev – 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): 08.06.2024 Принята к публикации (Accepted): 15.08.2024