

УДК 631.6.02:628.381.4

UDC 631.6.02:628.381.4

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Technologies and means of mechanization of agriculture

**СИСТЕМА ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА В ЖИДКИЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОРОШЕНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**SYSTEM FOR THE PROCESSING OF MANURE IN LIQUID FERTILIZERS FOR DISPOSAL BY IRRIGATION OF AGRICULTURAL CROPS**

Хаджиди Анна Евгеньевна  
д-р техн. наук, профессор  
SPIN-код 4502-9170  
e-mail: dtn-khanna@yandex.ru

Khadzhidi Anna Evgenievna  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code: 4502-9170  
e-mail: dtn-khanna@yandex.ru

Кузнецова Маргарита Евгеньевна  
аспирант  
e-mail: mk.maggi@mail.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия*

Kuznetsova Margarita Evgenievna  
postgraduate student  
e-mail: mk.maggi@mail.ru  
*Kuban state agrarian university named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

Современный уровень выращивания сельскохозяйственных животных требует новых подходов к переработке и утилизации навоза. Необходима разработка эффективных способов превращения отходов в органические удобрения, которые в виде жидких стоков позволяют повышать и сохранять почвенное плодородие агроландшафтов. Особенно это необходимо выполнять на черноземных почвах, где орошение культур подготовленными и разбавленными стоками благоприятно отражается на урожае. Поэтому, создание систем переработки навоза технологическими последовательно связанными операциями является актуальной проблемой. Навоз крупного рогатого скота рассматривается как полидисперсная система с седиментационными и физико-химическими свойствами. В данном варианте, система требует последовательного решения ряда комплексных задач: удаление различных включений из навоза, особенно коллоидных и волокнистых частиц; предупреждение преждевременного расслоения навозных стоков при гомогенизации; подготовка навоза к разделению на жидкую и твердую фракции – это принципиальная технологическая схема, которая является универсальной и применяемой для всех типов животноводческих комплексов. Особенность комплексной линии утилизации навоза КРС – это лагуна для круглогодичного хранения определенного количества навозных стоков, подготовленных к орошению в вегетационный период. Для устройства лагуны используется пленочное покрытие – оно является противифльтрационным экраном

The modern level of cultivation of agricultural animals requires new approaches to the processing and disposal of manure. To do this, it is necessary to develop effective ways of converting waste into organic fertilizers, which, in the form of liquid effluents, make it possible to enhance and preserve the soil fertility of agricultural landscapes. This is especially necessary to be carried out on black soils, where irrigation of crops with prepared and diluted drains has a positive effect on the harvest. Therefore, the creation of manure processing systems by technological sequentially related operations is an urgent problem. Cattle manure is considered as a poly-dispersed system with sedimentation and physical and chemical properties. In this case, the system requires the sequential solution of a number of complex tasks: removal of various inclusions from manure, especially colloidal and fibrous particles; prevention of premature separation of manure during homogenization; preparation of manure for separation into liquid and solid fractions is a basic technological scheme that is universal and applicable to all types of livestock-raising complexes. A feature of the integrated cattle manure disposal line is a lagoon for year-round storage of a certain amount of manure drains prepared for irrigation during the growing season. For the creation of the lagoon, a film coating is used - it works as an anti-filtration screen

Ключевые слова: СТОКИ ЖИВОТНЫХ, ПЕРЕРАБОТКА, УТИЛИЗАЦИЯ, ОРОШЕНИЕ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Keywords: ANIMAL MANURE DRAIN, PROCESSING, DISPOSAL, IRRIGATION, AGRICULTURAL CROPS

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-152-017>

<http://ej.kubagro.ru/2019/08/pdf/17.pdf>

### **Актуальность исследований.**

Проблема переработки отходов животноводства в ценные органические удобрения является одной из актуальных в сельском хозяйстве. Отходы накапливаются в лагунах, на площадках теряют ценные свойства, как органического удобрения [1]. Плодородие земель падает из-за недостатка органики в почве [2]. Подготовка органических удобрений, путем переработки навоза животных без накопления в лагунах и площадках повышает эффективность выращивания животных, снижает потери ценных веществ в навозе, обеспечивает требуемый санитарный контроль, снижает затраты на дополнительную переработку после его накопления, обеспечивает экологическую безопасность на территории фермы и вокруг неё [3]. Повысить эффективность переработки навоза можно современными методами подготовки навоза к утилизации [4,5], разделяя навоз на фракции, обеспечивая дополнительную прибыль в виде использования жидкой фракции для удобрительных поливов сельскохозяйственных культур, как во время вегетации, так и во время влагозарядковых поливов [6]. Кроме того, данную операцию можно автоматизировать путем смешения жидкой фракции с поливной водой до требуемой концентрации необходимой для выращивания культур [7].

### **Методика исследований.**

В работе разработана и исследована комплексная система переработки навоза крупного рогатого скота (КРС) в органические жидкие удобрения из стоков животных (рис. 1).

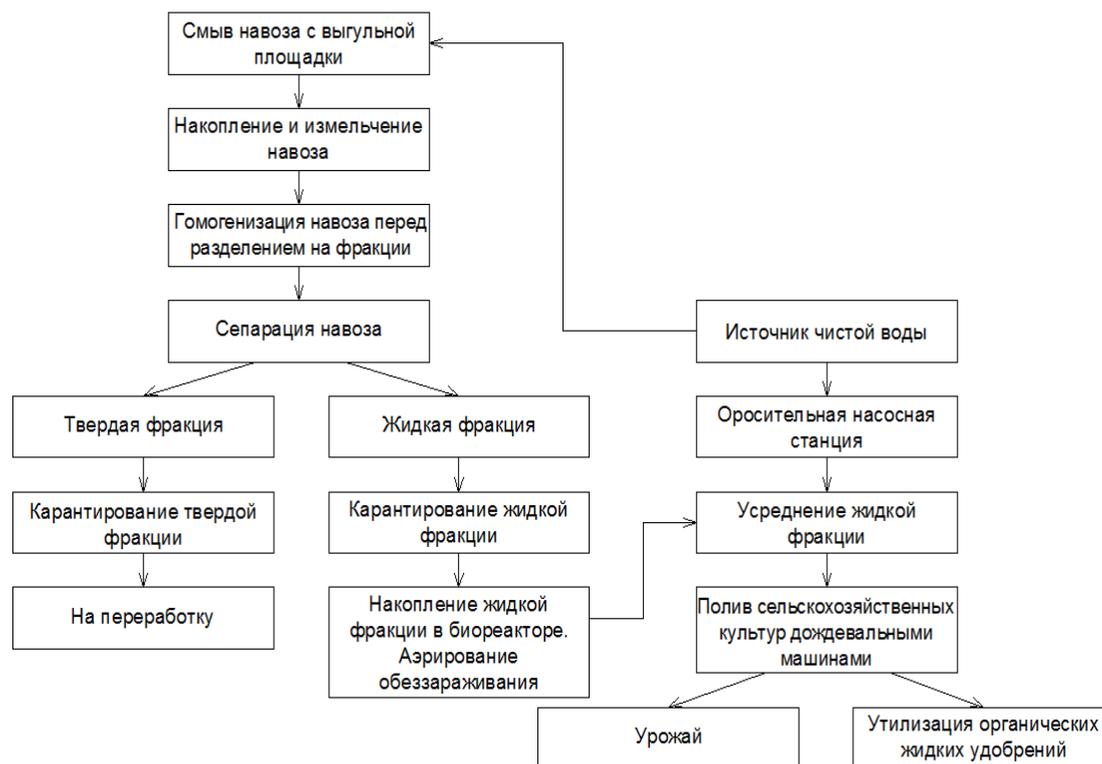


Рисунок 1 – Система переработки навоза для утилизации при поливе сельскохозяйственных культур дождеванием

Система переработки навоза представляется в виде технологической последовательности связанных между собой операций, как полидисперсная система с седиментационными и физико-химическими свойствами, имеющая решение: накопление при влажности более 65%; удаление из навоза различных включений, особенно коллоидных и волокнистых частиц; предупреждение преждевременного расслоения навозных стоков поддержанием влажности 88-92%; гомогенизация с добавлением чистой воды; разделение жидкого навоза на жидкую и твердую фракции [8]. Разделение подготовленного навоза сепарированием – это принципиально новая технологическая операция, которая является универсальной, которую можно применять для всех типов комплексов содержания животных [9].

Особенностью системы подготовки стоков является применение биореакторов в виде емкостей-накопителей для приема жидкой фракции отходов после сепарации, которые могут использоваться круглогодично [10].

Для устройства накопителей используется пленочное покрытие – оно является противofильтрационным экраном. Покрытие лагуны выполняется в виде изоляционной геомембраны Solmax 460 на защитном слое из геотекстиля Tirriex BS25 или из аналогичных материалов. Жидкая фракция - это жидкие органические удобрения, которые удобно доставлять в любую точку поля с помощью системы поливных трубопроводов к дождевальным машинам.

Согласно разработанной методике системы переработки отходов в жидкие удобрения выполняются технологические операции: подготовка навоза в навозонакопителе; приготовление жидкого навоза в регулирующей емкости; разделение жидкого навоза; карантинная емкость для контроля жидкой фракции; обеззараживание и дегельминтизация; резервуар для хранения жидкой фракции; резервуар для разбавления животноводческих стоков – чистой водой; подача разбавленных стоков на орошение к дождевальным машинам.

### **Результаты исследования.**

Отходы КРС в виде навоза накапливаются в навозонакопителе, где требуется его очистки от различных включений в виде твердых частиц и волокон шерсти. Анализируя гранулометрический состав твердых частиц (частицы менее 1 мм – 29 %, 1-2 мм – 30,1 %, 2-3 мм – 26,3 %, 3-5 мм – 7,6 %, 5-7 мм – 3 %, 7-10 мм – 2,1 %, более 10 мм – 2 %), подбираются фильтровальные сита. От правильного выбора размера ситных отверстий зависит качество дальнейшей переработки навоза. Для отделения твердых включений согласно анализа содержания частиц размер отверстий сита принимается равным – 2,5 мм. Размеры накопителя определяются содержанием опрaвленного количества животных на площадках. Объем емкости накопления принимается от 2 до 6 тыс. м<sup>3</sup>. Навоз может содержать яйца гельминтов, патогенную микрофлору, иметь неприятный запах [11]. Для

борьбы с патогенной микрофлорой применяются карантинирование навоза по фракциям [12].

Одной из основных операций является подготовка навоза в накопителе к очищению от включений, для этого повышения его влажности до 92%. При более низкой влажности навоза не наблюдается границ между осадком, верхним и средним слоями. При этой влажности навоз прогоняют через сито, отделяя твердые включения и волокна от его массы. Для создания однородной массы до влажности 95-98% его перемешивают с добавлением чистой воды в резервуаре, выполненном из монолитного железобетона глубиной 3-4 м в зависимости от уклона накопителя и объемом не более 40-60 м<sup>3</sup>. Гомогенизированный навоз перекачивается с помощью фекального погружного насоса мощностью 5 кВт производительностью 80-120 м<sup>3</sup>/час в шнековый сепаратор. Для разделения гомогенизированной массы навоза необходимо применять шнековый сепаратор с ячейками сита 0,75 мм. При этом будет обеспечиваться требуемый размер взвешенных частиц в жидкой фракции (жф), необходимый для работы дождевальных машин при орошении сельскохозяйственных культур.

Шнековый сепаратор обеспечивает разделение жф с концентрацией сухих веществ от 1% до 12%. При этом концентрация полученной твердой фракции (тф) будет составлять 30-40%, а жф будет иметь 1-2% взвешенных т составляющих.

Преимущество технологии с сепарацией состоит в том, что сепаратор – устройство, самоочищающееся с эффективностью разделения навоза КРС – 80%. Сепаратор позволяет отделить всю свободную влагу. Влажность тф после сепаратора – 65-70%. Сепараторную станцию можно располагать, как на территории фермы в небольшом металлокаркасном помещении.

За сепараторной предусматривается карантинирование продуктов сепарации. Для карантинирования жф предусматривается резервуар, который

предусмотрен для промежуточного выдерживания. Для контроля эпизоотической обстановки комплекса КРС в эту емкость поступает и выдерживаются навозные стоки в течение 6 суток. Если в течение 6 суток не будет зарегистрировано случаев инфекционных заболеваний среди животных, то массу из карантинного хранилища транспортируют для дальнейшей обработки и использования. При возникновении эпизоотий обеззараживание жф рекомендуется проводить химическим способом с помощью формалина или хлора. Дополнительным способом обеззараживания рекомендуется использовать бактерицидную установку «Лазурь-М», в которой применяется ультрафиолетовое излучение.

Резервуары для хранения жф выполняются в виде биореакторов, которые необходимо строить в выемке, если усреднитель находится ниже уровня дна резервуаров или в полувыемке-полунасыпи, если имеется возможность опорожнять резервуары самотеком. Для эффективной работы системы переработки навоза для утилизации при поливе сельскохозяйственных культур дождеванием необходимо иметь 2 биореактора одинаковой емкости. В системе переработки навоза от 10 тыс. голов КРС следует иметь 2 резервуара по 12 тыс. м<sup>3</sup>. Расчет объема биореактора производится на годовое хранение жф.

Жидкая фракция подаются в резервуар погружным фекальным насосом производительностью 80-120 м<sup>3</sup>/час. Заглубление резервуара необходимо выполнять максимально возможным, это даёт ряд преимуществ: занимает меньше территории, уменьшается площадь испарения с поверхности, удобство эксплуатации.

В резервуаре хранения жф предусматривается устройство аэрации. Устройство выполняет роль ускорения процесса биоферментации, которая обеспечивает превращение жф в жидкое органическое удобрение в виде доступных форм питательных веществ для растений.

### **Выводы.**

1. Разработана система переработки навоза на жидкую и твердую фракции, которая представлена на рисунке. Утилизация жидкой фракции выполняется на полях орошения сельскохозяйственных культур дождеванием.

2. Установлена технологическая последовательность операций для выполнения системы переработки навоза на фракции, которая позволяет подобрать комплекс сооружений и машин в зависимости от количества выхода навоза в сутки.

3. Для повышения эффективности системы переработки навоза на фракции следует соблюдать параметры процесса при выполнении технологических операций по влажности навоза: в навозоаккумуляторе – не менее 92%; регулирующей емкости – 95-98%.

4. Особенностью системы подготовки жф для орошения дождеванием является применение биореакторов в виде емкостей-накопителей для приема жидкой фракции навоза после сепарации, которые могут использоваться круглогодично. Для устройства накопителей используется пленочное покрытие, которое является противомембранной экраном в виде геомембраны на защитном слое из геотекстиля.

5. Жидкая фракция в биореакторе перерабатывается аэрированием в жидкое органическое удобрение, которое удобно доставлять в любую точку поля с помощью системы поливных трубопроводов к дождевальным машинам.

6. Система переработки навоза на фракции внедрена при откорме молодняка КРС в ООО «Союз-Агро» Гулькевичского Краснодарского края.

### **Список литературы**

1. Киселева М. Г. Современные биологические способы утилизации отходов животноводства / М. Г. Киселева, Р. Р. Смирнова // Российский журнал проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. - 2011. - №2(6). - С. 72-74.

2. Kiyonori H. (2007). Animal waste problems and their solution from the technological point of view in Japan. Available at <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kankoubutsu/jarg/32-3/haga/haga.htm>. Accessed on 10/10/2011.

3. Kusiluka LJM. Animal Waste Management Practices and Perceptions on Public and Environmental Health Risks / LJM Kusiluka, P Gallet, AN Mtawa // Huria: Journal of the Open University of Tanzania. – 2012. – 12(1). – С.57-75.

4. Комплексная утилизация жидкой фракции навоза крупного рогатого скота дождеванием / М.Е. Кузнецова, А.Е. Хаджиди, Е.В. Кузнецов, Я.А. Полторак // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2018. № 4(32). С. 77–88. Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=567&id=572.2018>.

5. Бондаренко А.М. Современные технологии переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. - №4(20).- С. 135-141.

6. Ковалев Н.Г. Технологии переработки и использования навозных стоков / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский // Вестник ВНИИМЖ. – 2012. - №4(8). – С.12-21.

7. Хаджиди А. Е. Проблема утилизации очищенных сточных вод перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий на земельных полях орошения / А. Е. Хаджиди, М. Е. Кузнецова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. - Вып. 5(38). - С.156-163.

8. Сохранение земельных ресурсов при утилизации очищенных животноводческих стоков : монография / Е.В. Кузнецов, М.Е. Кузнецова, А.Е. Хаджиди, Н.Н. Семёнова. – Краснодар: КубГАУ, 2018. - 97 с.

9. Ковалев Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья) / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. – Тверь, 2006. – 304 с.

10. Патент РФ 2009111962/21, 31.03.2009. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Полторак Я.А. Способ получения вермикомпоста // Патент России № 2402510. 2009.

11. Мишуров Н.П. Рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета / Н.П. Мишуров // Вестник ВНИИМЖ. - 2018. - №4(32). - С.44-56.

12. НТП 17-99 Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. Москва, МСХ РФ. 2001. 79 с.

## References

1. Kiseleva M. G. Sovremennyye biologicheskie sposoby` utilizacii otkodov zhivotnovodstva / M. G. Kiseleva, R. R. Smirnova // Rossijskij zhurnal problemy` veterinarnoj sanitarii, gigeny` i e`kologii. - 2011. - №2(6). - S. 72-74.

2. Kiyonori H. (2007). Animal waste problems and their solution from the technological point of view in Japan. Available at <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kankoubutsu/jarg/32-3/haga/haga.htm>. Accessed on 10/10/2011.

3. Kusiluka LJM. Animal Waste Management Practices and Perceptions on Public and Environmental Health Risks / LJM Kusiluka, P Gallet, AN Mtawa // Huria: Journal of the Open University of Tanzania. – 2012. – 12(1). – S.57-75.

4. Kompleksnaya utilizaciya zhidkoj frakcii navoza krupnogo rogatogo skota dozhdevaniem / М.Е. Kuzneczova, А.Е. Xadzhidi, Е.В. Kuzneczov, Ya.А. Poltorak // Nauchny`j zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [E`lektronny`j resurs]. – Novoчеркасск: РосНИИПМ, 2018. № 4(32). S. 77–88. Rezhim dostupa: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=567&id=572.2018>.

5. Bondarenko A.M. Sovremennyye tekhnologii pererabotki navoza zhivotnovodcheskix predpriyatij v vy`sokokachestvenny`e organicheskie udobreniya / A.M. Bondarenko, L.S. Kachanova // Vestnik VNIIMZh. – 2015. - №4(20).- S. 135-141.

6. Kovalev N.G. Tekhnologii pererabotki i ispol`zovaniya navozny`x stokov / N.G. Kovalev, I.N. Baranovskij // Vestnik VNIIMZh. – 2012. - №4(8). – S.12-21.

7. Xadzhidi A. E. Problema utilizacii ochishhenny`x stochny`x vod pererabaty`vayushhix sel`skoxozyajstvenny`x predpriyatij na zemledel`cheskix polyax orosheniya / A. E. Xadzhidi, M. E. Kuzneczova // Trudy` Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. - Vy`p. 5(38). - S.156-163.

8. Soxranenie zemel`ny`x resursov pri utilizacii ochishhenny`x zhivotnovodcheskix stokov : monografiya / E.V. Kuzneczov, M.E. Kuzneczova, A.E. Xadzhidi, N.N. Semenova. – Krasnodar: KubGAU, 2018. - 97 s.

9. Kovalev N.G. Organicheskie udobreniya v XXI veke (Biokonversiya organicheskogo sy`r`ya) / N.G. Kovalev, I.N. Baranovskij. – Tver`, 2006. – 304 s.

10. Patent RF 2009111962/21, 31.03.2009. Kuzneczov E.V., Xadzhidi A.E., Poltorak Ya.A. Sposob polucheniya vermikomposta // Patent Rossii № 2402510. 2009.

11. Mishurov N.P. Rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol`zovaniyu navoza i pometa / N.P. Mishurov // Vestnik VNIIMZh. - 2018. - №4(32). - S.44-56.

12. NTP 17-99 Normy` tekhnologicheskogo proektirovaniya sistem udaleniya i podgotovki k ispol`zovaniyu navoza i pometa. Moskva, MSX RF. 2001. 79 s.