8. Теплинский И.З. Контроль и управление мобильными машинами химизации / И.З. Теплинский // Сельский механизатор. – 2004. – № 11. – С. 6-8.

9. Кокунова И.В. Цифровизация и интеллектуализация современного сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев, А.И. Орехов // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации: материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 октября 2025 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – С. 87-91.

УДК 631.333.44

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР СПОСОБА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ УДОБРЕНИЙ В МАШИНАХ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

И.Р. Рахимов[1], д-р техн. наук, профессор,
А.А. Карсакбаев[1], аспирант,
Е.О. Фетисов[2], канд. техн. наук
[1]ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», г. Челябинск, Российская Федерация,
ildarr@bk.ru
[2]ООО «Челябинский компрессорный завод», г. Челябинск, Российская Федерация

Аннотация. В статье обоснован способа перемешивания удобрений в машинах для внесения жидких органических удобрений.

Abstract. The article substantiates a method for mixing fertilizers in machines designed for the application of liquid organic fertilizers.

Ключевые слова: жидкие органические удобрения, сжатый воздух, резервуар.

Keywords: liquid organic fertilizers, compressed air, reservoir.

Актуальность

По мере интенсификации животноводческой отрасли и внедрения гидравлических систем удаления навоза, а также расширения ассортимента биологических и жидких минеральных удобрений, появилась потребность в разработке специализированных агрегатов для их распределения по полю и заделки в почву. Транспортировка и подача жидких органических составов и навозной жижи сопровождается естественным оседанием тяжёлых фракций на дно резервуара. Чтобы не допустить разделения фаз и сохранить однородность рабочего раствора, содержимое бака постоянно перемешивают – при этом применяются различные конструктивные решения. При проектировании большегрузных цистерн (значительного

рабочего объёма) задача заключается в подборе такого метода гомогенизации жидких туков, который гарантировал бы стабильность и равномерность состава при минимальных затратах энергии [1,2,3,5].

Цель исследования - обосновать и выбрать способ перемешивания жидких органических удобрений при их перевозке и внесений, обеспечивающих равномерный их состав с использованием сжатого воздуха.

Результаты исследований

В рамках работы решения инженерно-конструкторской задачи на производственной площадке ООО «Челябинский компрессорный завод» изготовлена опытно-экспериментальная установка для внесения навозной жижи и жидких органических удобрений, которые вносятся на поверхность поля либо непосредственно в почву. Общий объем резервуара может достигать от 8 до 25 м³, в данном случае использована емкость с объемом 25 м³. Ключевым элементом системы выступает ротационно-маятниковый компрессор с приводом от вала отбора мощности (ВОМ) трактора, который одновременно может создавать разрежение с целью заполнения ёмкости, формировать избыточное давление для выгрузки и обеспечивать интенсивное перемешивание биологического материала в процессе перевозки и внесения. Подача воздуха осуществляется через отверстия с определёнными калибрами в трубе, отверстия расположены вдоль всего днища бака [4].

Процесс заполнения резервуара 1 организован следующим образом. Компрессор 4, получая вращение от ВОМ трактора 5, откачивает воздух из внутреннего объёма бака через пневмоканалы 21 и сбрасывает его в атмосферу по магистрали 6, создавая разрежение давления до 0,05 МПа. Под действием атмосферного давления жидкие удобрения или навозная жижа поступают по всасывающему рукаву 11 из накопителя и заполняют цистерну. Контроль и поддержание разрежения в заданных пределах обеспечиваются манометром 7 и клапаном сброса низкого давления 8.

Для перемешивания и выгрузки используется пульсирующий воздушный поток от компрессора 4: частота пульсаций – 15–16 Гц, рабочее давление – 0,2 МПа. По всей длине днища резервуара на высоте 50–100 мм от нижней образующей проложены трубы 14 (диаметр – 60–120 мм; количество — до трёх штук, в зависимости от размера цистерны). На нижней стороне труб под углом 30–45° к вертикали, с шагом 0,2–0,5 м, закреплены сменные наконечники 19 (см. рис. 2, вид А) с калиброванными выходными отверстиями диа-

метром 3–5 мм. Чтобы снизить раскачивание содержимого при движении, внутри резервуара перпендикулярно его оси установлены до двух поперечных перегородок 17 с зазорами вверху и внизу (число перегородок определяется объёмом ёмкости).

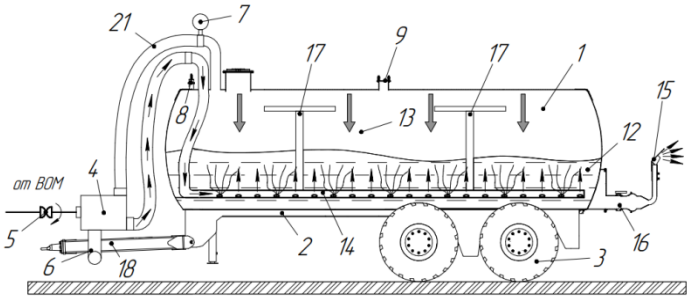


Рисунок 1 – Схема нагнетания воздуха в резервуар при перемешивании и опорожнении навозной жижи машины для внесения жидких органических удобрений

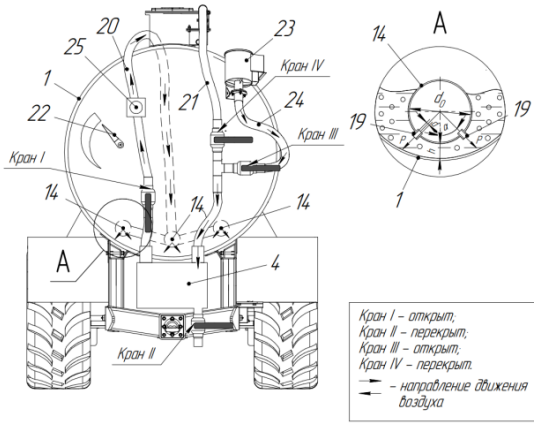


Рисунок 2 – Схема управления кранами при перемешивании и опорожнении резервуара машины для внесения жидких органических удобрений

При подаче пульсирующего воздушного потока через наконечники 19 направленно вниз струи пробивают толщу жидкости до дна, отделяя осевшие твёрдые частицы, и затем поднимаются в виде пузырьков. Восходящие пузырьки увлекают за собой окружающую жидкость благодаря тангенциальному напряжению сдвига, и поток направляется к поверхности. Частицы органики подхватываются пузырьками и тянутся вверх, формируя циркуляционный

контур. По мере всплытия гидростатическое давление над пузырьком снижается, его диаметр растёт, что интенсифицирует перемешивание. Достигнув поверхности, жидкость с частицами оттекает к стенкам бака и опускается обратно ко дну, где процесс повторяется.

Интенсивность циркуляции определяется диаметром отверстий наконечников, давлением сжатого воздуха, их количеством и расходом подаваемого объёма. Таким образом, пульсирующая подача сжатого воздуха обеспечивает гомогенность состава навозной жижи или органических удобрений.

Поднимающийся воздух заполняет свободный объём цистерны и поднимает в ней давление до допустимого значения 0,05 МПа. Превышение стравливается через предохранительный клапан 9. Для внесения жидких туков или жижи на поверхность поля или в почву с заданной нормой расхода кран 16 открывается на требуемую величину, и содержимое под избыточным давлением подаётся на специализированные рабочие органы.

Заключение

В ходе анализа известных способов перемешивания органических удобрений выявлены их недостатки, на основании чего предложен альтернативный подход – гомогенизация навозной жижи и жидких удобрений за счёт сжатого воздуха, подаваемого ротационно-маятниковым компрессором с приводом от ВОМ трактора. Разработаны конструктивная схема агрегата и алгоритм управления подачей воздуха на всех стадиях: заполнение ёмкости, транспортировка и полевое внесение. Предложенный метод отличается конструктивной простотой, повышает производительность заправочного цикла и обеспечивает стабильный однородный состав вносимых в почву удобрений.

Список использованной литературы

1. Барвин, А. И. Исследование гидродинамики и разработка эффективных перемешивающих устройств для жидких сред: диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.08. - Ворошиловград, 1981. – 162 с. : ил.

2. Григорьева, А. Н. Сравнительный технико-экономический анализ пневматического и механического перемешивания биологической загрузки в устройствах для очистки сточных вод / А. Н. Григорьева, Р. Ш. Абиев // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – № 10 (154). – С. 20–28.

3. Кучинский, М. Ю. Электротехнология перемешивания жидкой сердцевины слитков в многоручьевом литейном комплексе: диссертация ... кандидата технических наук: 05.09.10 / М. Ю. Кучинский; [Место защиты: Новосибирский государственный технический университет]. - Красноярск, 2022. - 106 с. : ил.

4. Патент на полезную модель № 239126 U1 Российская Федерация, МПК A01C 23/00. Машина для внесения жидких органических удобрений : заявл. 04.07.2025 : опубл. 24.11.2025 / А. Р. Ялалетдинов, Р. С. Рахимов, Д. А. Ялалетди-

нов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный аграрный университет", Общество с ограниченной ответственностью "Челябинский компрессорный завод". – EDN JBIYJL.

5. Сухарев, Т. Ю. Численное моделирование процессов гидродинамического перемешивания [Текст]: специальность 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Т. Ю. Сухарев. - Москва, 2019. – 22 с. : ил. - Библиогр.: с. 21–22 (12 назв.). - 100 экз.

УДК: 631.373-374

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗУБЬЕВ В КОНСТРУКЦИИ РОТАЦИОННЫХ ГРАБЛЕЙ-ВАЛКОВАТЕЛЕЙ

Э.В. Дыба[1], канд. техн. наук, доцент,
П.В. Яровенко[1], старший научный сотрудник,
А.М. Хартанович[1], инженер,
А.И. Пунько[2], канд. техн. наук, доцент
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь,
dibua-18@mail.by
[2]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье обоснована конструктивно-технологическая схема отечественных резинометаллических зубьев, конструкция которых обеспечивает значительное повышение надёжности процесса валкования скошенной растительной массы. Разработаны резинометаллические зубья, с присоединительными размерами к граблям-валкователем ГВГ-9,5, граблям ГВБ-6,2 ГР-700 и ГР-420.

Abstract. The article substantiates the design and technological configuration of domestically produced rubber-metal tines, the design of which ensures a significant increase in the reliability of the windrowing process for mowed plant material. Rubber-metal tines have been developed with mounting dimensions compatible with the GVG-9.5 windrower-rake, as well as the GVB-6.2, GR-700, and GR-420 rakes.

Ключевые слова: резинометаллические зубья, надежность, валкование, грабли.
Keywords: rubber-metal tines, reliability, windrowing, rake.

Актуальность

Основное достоинство ротационных граблей-валкователей, таких как ГР–700, ГВР–630 и ГВР–420 – это минимальная чувствительность рабочих органов к плотности растительности, её засорению и препятствиям в виде камней. Однако, в процессе сгребания