

Рисунок 4. – Зависимость количества сухого вещества в осадке от частоты вращения мешалки гомогенизатора и угла установки лопастей

находящейся в пределах 950–1000 мин^{-1} , и угле установки лопастей α , находящемся в пределах 33–35 градусов.

Заключение

Полученные зависимости (рисунки 2–4) позволяют определить рациональные значения факторов для достижения гидротранспортабельности жидкого навоза в каналах гидравлических систем уборки навоза. Частота вращения рабочего органа мешалки должна находиться в пределах 950–1000 мин^{-1} , угол установки лопастей – 33–35 градусов, количество лопастей существенного влияния не оказывает.

Литература

1. Бесподстилочный навоз и его использование для удобрения / Пер. с нем. под ред. М. Я. Семенова. – М.: Колос, 1978. – 271 с.
2. Мельников, С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

УДК 631.333:631.862

Поступила в редакцию 29.10.2018
Received 29.10.2018

П. П. Бегун¹, К. М. Рассошенко²

¹РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: behun@mail.ru

²ГУ «Белорусская МИС»

п. Привольный, Минский р-н, Минская обл., Республика Беларусь

e-mail: kostyarass@rambler.ru

НОВАЯ МАШИНА ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ПОЛУЖИДКОГО НАВОЗА

В статье дано описание устройства и работы новой самозагружающейся машины для внесения полужидкого навоза. Для качественного выполнения технологического процесса внесения навоза предложено дозирующее устройство, позволяющее повысить точность дозирования.

Ключевые слова: органические удобрения, навоз полужидкий, ротор, штанга, насос, дозатор, распределитель, смеситель, шнек.

P. P. Behun¹, K. M. Rassoshenco²

¹*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»*

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: behun@mail.ru

²*SI «Belarussian MTS»*

Privolny, Minsk district, Minsk region, Republic of Belarus

e-mail: kostyarass@rambler.ru

NEW MACHINE FOR MAKING SEMI-LIQUID MANURE

The article describes the design and operation of a new self-loading machine for the introduction of semi-liquid manure. For high-quality implementation of the manure application process, a dosing device has been proposed that allows to increase the dosing accuracy.

Keywords: organic fertilizers, semi-liquid manure, rotor, rod, pump, dispenser, distributor, mixer, auger.

Введение

В условиях Беларуси, республики с высокоразвитым животноводством, навоз является огромным ресурсом, основным источником пополнения гумуса в почве, запасы которого определяют показатель ее плодородия [1, 2].

Навоз занимает первое место по значимости среди всех видов органических удобрений. Его высокая эффективность доказана многовековой историей применения, а исследования свидетельствуют о разностороннем положительном влиянии на почву и сельскохозяйственные культуры.

В настоящее время принято выделять следующие виды навоза: твердый или подстилочный, полужидкий, жидкий и навозные стоки [3]. Соответственно, в машиностроении существует разделение на машины для внесения твердого, жидкого и полужидкого навоза [4].

В Республике Беларусь в настоящее время ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш» налажен выпуск типоразмерного ряда машин МТУ для внесения твердого навоза грузоподъемностью от 7 до 24 т, жидкого навоза – грузоподъемностью от 6 до 20 т [5].

Следует отметить, что технический уровень машин для внесения твердого навоза довольно высок, они обеспечивают необходимое качество распределения удобрений по полю.

Машины типа МЖТ и МЖУ для внесения жидкого навоза работают по принципу разбрызгивания, что приводит к потере общего аммиака до 90 %. Поэтому в мировой практике такой принцип работы машин уже не используется или используется крайне редко [6].

Машины для внесения полужидкого навоза не выпускаются не только в Беларуси, но и на всем постсоветском пространстве [7]. Ежегодно его накопление в республике составляет около 10 млн тонн, что в структуре производимых органических удобрений занимает около 20 %.

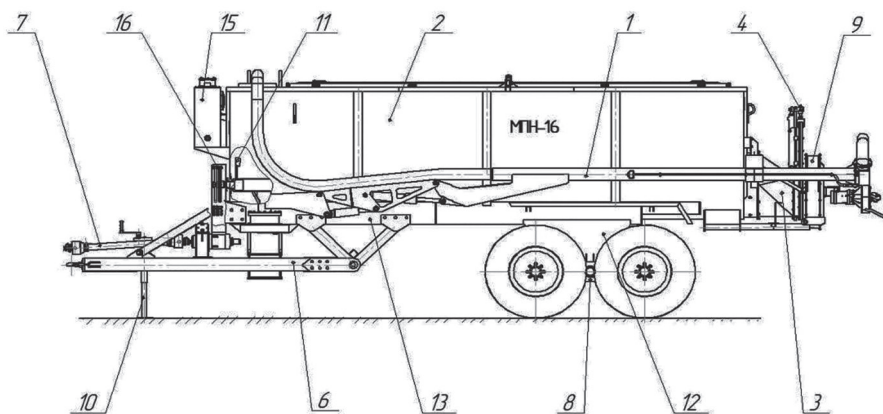
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создана современная, высокоэффективная самогрузающаяся машина для поверхностного внесения полужидкого навоза МПН-16 [8].

Основная часть

Устройство и работа машины МПН-16. Машина (рисунок 1) состоит из тележки балансирной 8, кузова 2, смесителя 11, распределителя 9, штанги загрузочной 1, переходника 3, дозатора 4, снечи 6, гидрооборудования и электрооборудования, системы тормозной.

Тележка балансирная (типа «тандем») состоит из двух продольных балансирных тележек с двумя колесами на каждой, соединенных между собой подрамником 12, который неподвижно соединяется с двумя продольными балками 13, приваренными к кузову. Благодаря шарнирному соединению подрамника с тележками, последние, поворачиваясь в шарнирах, позволяют колесам копировать неровности почвы и равномерно распределять вес машины по почве посредством всех четырех колес. Допустимая нагрузка на одну шину колеса – не более 5500 кг.

Кузов сварной, в нижней части – цилиндрической формы, с вертикальными бортами, верхние грани которых загнуты внутрь кузова – для предотвращения расплескивания полужидкого



1 – штанга; 2 – кузов; 3 – переходник; 4 – дозатор; 5 – ресивер тормозной системы; 6 – сница; 7 – вал карданный; 8 – тележка балансирная; 9 – распределитель; 10 – опора стояночная; 11 – смеситель; 12 – подрамник; 13 – балка; 15 – гидробак; 16 – цепная передача

Рисунок 1. – Схема машины для внесения полужидкого навоза МПН-16 (вид сбоку)

навоза во время его транспортирования и внесения. Снизу к передней части кузова приваривается сница с прицепной серьгой. Внутри кузова расположены перегородки для гашения гидравлических ударов, возникающих при транспортировке полужидкого навоза. Сверху кузов закрывается крышкой, открытие и закрытие которой осуществляется с помощью гидроцилиндра. Оснащение кузова крышкой позволяет производить загрузку машины транспортерами типа ТСН и исключить перелив навоза при движении по неровностям дороги и поля. В передней части кузова (по ходу движения) с левой стороны снаружи приварены консольные кронштейны, на которые устанавливается бак гидросистемы 15, с правой стороны на кронштейнах установлен охладитель масла. К правому борту машины приваривается лестница.

Смеситель предназначен для разрушения комков и поддержания однородной массы полужидкого навоза перед его внесением. Размещается в нижней части кузова и представляет собой трубу, к которой на спицах привариваются пластины, побуждающие массу навоза к перемещению к задней стенке, снаружи которой имеется переходной патрубок с дозирующей заслонкой. Привод смесителя осуществляется от ВОМ трактора посредством цилиндрического редуктора и цепной передачи 16.

Распределитель расположен в задней части машины и предназначен для разбрасывания полужидкого навоза по поверхности поля. Представляет собой ротор с горизонтальной осью вращения, к которому крепятся желобообразные лопатки. В крышке имеется ограниченный по краям рамкой прямоугольный вырез, совпадающий по габаритам с вырезом на дозаторе. Ротор приводится в движение посредством гидромотора. В случае необходимости распределяющее устройство может быть опрокинуто назад, например при экстренной выгрузке материала или для обслуживания и ремонта. Желобообразные лопатки ротора выполнены в виде половинок усеченного конуса, разрезанного по оси и образующего в плоскости разреза прямоугольную трапецию, основания которой перпендикулярны оси последнего. При этом большее основание прикрепляется установочными болтами к стакану ротора, кроме того, к лопаткам приварен фиксатор с возможностью установки его в регулировочные отверстия диска и изменения положения лопаток.

Благодаря такой конструкции, увеличивается выходная скорость навоза и, соответственно, дальность полета частиц, уменьшается степень их дробления и распыления навоза, что значительно снижает потери аммиачного азота при внесении полужидких органических удобрений, повышая эффективность их применения.

Для загрузки навоза из хранилищ используется загрузочная штанга, которая располагается сбоку машины с левой стороны по ходу ее движения и состоит из собственно штанги с насосом, промежуточного гибкого рукава, опоры и трех гидроцилиндров для перевода штанги из транспортного положения в рабочее и наоборот. Благодаря двухшарнирной схеме крепления к опоре,

штанга может поворачиваться в вертикальной плоскости на угол до 74° , что позволяет увеличить глубину ее опускания в хранилище полужидкого навоза. Ее перемещение в этой плоскости осуществляется двумя гидроцилиндрами. Штанга поворачивается в горизонтальной плоскости, то есть вокруг оси опоры, к которой она крепится, также гидроцилиндром. Насос приводится во вращение посредством гидромотора. Промежуточный гибкий рукав с одной стороны соединен со штангой, второй стороной сообщается с кузовом машины. Для предотвращения попадания крупных включений в кузов и полость насоса (во избежание его поломки) на его торце устанавливается упор. На заборной части штанги имеется заслонка, управляемая тягой, позволяющая направлять всасываемый поток навоза в кузов машины либо на выброс в хранилище, а через насадок – для барботаж.

Для обеспечения стабильности дозирования выпускное окно 4 дозатора должно быть выполнено в виде прямоугольника $abcd$ (рисунок 2) с возможностью изменения дозирующей заслонкой 5 проходного сечения вдоль его горизонтальной осевой линии, при этом верхняя сторона cd должна быть расположена на уровне дна кузова, а нижняя сторона ab – не выходить за линию окружности, описываемую концами лопастей распределяющего ротора. Она определяется по выражению:

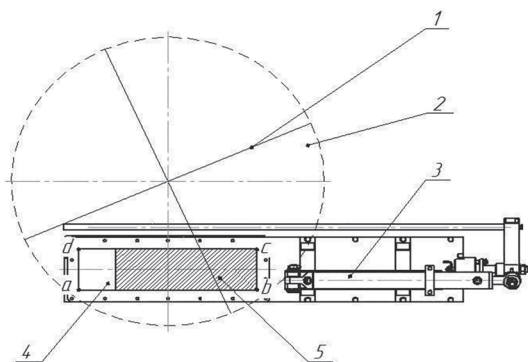
$$ab = \frac{D \cdot B_p \cdot V_p}{3600 \cdot \sqrt{g \cdot H}},$$

где D – максимальная доза внесения навоза, $m/га$; V_p – рабочая скорость машины, $км/ч$; B_p – рабочая ширина захвата машины, $м$; g – ускорение свободного падения, $м/с^2$; H – высота резервуара машины, $м$.

Установка требуемой дозы внесения навоза в машине при наличии выпускного окна дозатора, выполненного в виде вытянутого по длине прямоугольника $abcd$, будет прямо пропорциональна величине открытия заслонки. Это положительно влияет не только на показатель стабильности распределения полужидкого навоза по мере опорожнения кузова, но и на точность настройки машины на внесение заданной дозы.

Работает машина следующим образом. Тракторист подъезжает к месту загрузки, поднимает заправочную штангу, поворачивает в сторону хранилища и опускает в полужидкую массу. Прежде чем начать загрузку машины, необходимо произвести барботаж навоза, установив заслонку на загрузочной штанге в положение, направляющее поток не в кузов машины, а в барботажную насадку. Такая необходимость возникает потому, что влажность полужидкого навоза на разных участках в навозохранилищах может колебаться в широких пределах ввиду неоднородности находящихся в нем частиц и длительного его накопления. Это приводит к расслоению полужидкого навоза в хранилище. Для более эффективного перемешивания нужно манипулировать загрузочной штангой с опущенным в хранилище насосом, совершая круговые движения или перемещения в разные стороны. Таким способом при необходимости можно довести на определенном участке хранилища полужидкий навоз до однородного, гомогенного состояния, что в дальнейшем облегчит и ускорит его самозагрузку.

В процессе загрузки машины насос одновременно измельчает посторонние включения, возможно находящиеся в навозе (остатки корма, солому и др.). С целью предотвращения расслоения навоза в кузове при остановках или переезде к полю включают подающе-смешивающее устройство, которое поддерживает навоз в однородном, гомогенном состоянии. Прибыв на поле, по настроечной таблице, в зависимости от необходимой дозы внесения на конкретном участке, определяют величину открытия дозирующей заслонки и скорость движения агрегата по



- 1 – лопасть; 2 – распределитель;
3 – гидроцилиндр; 4 – выгрузное окно;
5 – дозирующая заслонка

Рисунок 2. – Схема расположения дозатора машины МПН-16

полю. Включают привод разбрасывающего устройства и с началом движения открывают дозирующую заслонку на необходимую величину. Навоз поступает на вращающиеся лопасти ротора и выбрасывается ими в направлении, поперечном продольному движению машины (рисунок 3).



Рисунок 3. – Машина МПН-16 в работе

Результаты приемочных испытаний показали высокое качество распределения полужидкого навоза. Так, неравномерность распределения по рабочей ширине захвата находится в пределах 15–20 %, а по ходу движения – 10 % при дозах внесения 20–60 *т/га*, то есть не превышает агротехнически допустимых показателей – 25 % .

Машину МПН-16 можно использовать не только при внесении полужидкого навоза на поля, но также жидкого навоза, влажность которого выше 92 %. Кроме того, ее можно использовать для послойной укладки навоза в бурты при приготовлении торфосоломонавозных компостов. Путем изменения ширины выгрузного окна распределителя и частоты его вращения можно получить необходимую траекторию полета навоза в компостный бурт.

Техническая характеристика машины приведена в таблице 1.

Таблица 1. – Техническая характеристика МПН-16

| | |
|--|-------|
| Рабочая скорость, <i>км/ч</i> | 6–12 |
| Транспортная скорость, <i>км/ч</i> | до 30 |
| Производительность за час основного времени, <i>т/ч</i> | 44,4 |
| Рабочая ширина захвата, <i>м</i> | 10 |
| Диапазон доз внесения, <i>т/га</i> | 20–60 |
| Неравномерность внесения навоза на рабочей ширине захвата, % | 15–20 |
| Вместимость кузова, <i>м³</i> | 16 |
| Глубина забора навоза при самозагрузке (от опорной поверхности машины), <i>м</i> | 3,0 |
| Производительность заправочного устройства, <i>т/ч</i> | 190 |
| Масса машины, <i>кг</i> | 6350 |

Заключение

1. Себестоимость механизированных работ при использовании машины МПН-16 составляет 3,94 *руб./м* (протокол ГУ «Белорусская МИС» от 04.09.2014 г. № 095Б1/2–2014ИЦ).

2. Конструкторская документация на машину МПН-16 передана ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш» для освоения производства.

Литература

1. Методические указания по учету и применению органических удобрений / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, РУП «Институт почвоведения и агрохимии»; сост.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: БНИВНФХ в АПК, 2007. – 16 с.

2. Рекомендации по применению различных видов органических удобрений под сельскохозяйственные культуры / В.В. Лапа [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 40 с.

3 Справочная книга по производству и применению органических удобрений / А. И. Еськов [и др.]. – Владимир: ВНИПТИОУ, 2001. – С. 30–37.

4. Степук, Л. Я. Производство и применение органических удобрений: технологии, техника, экология / Л. Я. Степук, А. Е. Пешко. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по мех. сельск. хозяйства, 2016. – С. 108–209.

5. Степук, Л. Я. Построение машин химизации земледелия / Л. Я. Степук, А. А. Жешко; Нац. акад. наук. Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по мех. сельск. хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.

6. Попробуйте органику. Современные технологии внесения в почву отходов животноводства // Новое сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 58–60.

7. Гусаков, В. Ресурс земли. Система мер по сохранению и повышению плодородия почв и масштабному применению системы сберегающего точного земледелия / В. Гусаков, В. Павловский // Белорусская нива. – 2010. – 22 сентября. – С. 7; 23 сентября. – С. 5.

8. Протокол приемочных испытаний машины для внесения полужидкого навоза МПН-16 ГУ «Белорусская МИС» от 04.09.2014 г. № 095Б1/2–2014ИЦ. – Привольный, 2014.

УДК 631.22.018

Поступила в редакцию 18.09.2018

Received 18.09.2018

И. И. Скорб¹, А. М. Волк²

*¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

e-mail: igor.bgatu@mail.ru

*²УО «Белорусский государственный технологический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ НА ГОМОГЕНИЗАЦИЮ ЖИДКОГО НАВОЗА МЕШАЛКОЙ С ЛОПАСТНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

В результате теоретических исследований получено уравнение, позволяющее определить мощность, потребляемую мешалкой с лопастным рабочим органом при гомогенизации жидкого навоза, с учетом типа рабочего органа, его геометрических параметров и физико-механических свойств гомогенизируемой среды.

Ключевые слова: навоз, гомогенизация, мешалка, лопасть.

I. I. Skorb¹, A. M. Volk²

*¹Educational Establishment «Belarusian State Agrarian Technical University»
Minsk, Republic of Belarus*

e-mail: igor.bgatu@mail.ru

*²Educational Establishment «Belarusian State Technological University»
Minsk, Republic of Belarus*

DETERMINING THE CONSUMPTION CAPACITY FOR HOMOGENIZATION OF LIQUID FERTILIZER WITH A MIXER WITH A PUNCTURE WORKING BODY

Theoretical studies obtained an equation that allows to determine the power consumed by a stirrer with a blade working body during the homogenization of liquid manure, taking into account the type of working element, its geometric parameters and the physical and mechanical properties of the homogenized substance.

Keywords: manure, homogenization, agitator, blade.

Введение

В настоящее время для перемешивания жидкого навоза известны тихоходные или быстроходные механические, гидравлические и пневматические мешалки. Процессы перемешивания жидкого навоза тихоходными механическими или гидравлическими мешалками в нашей стране изучали Е. Н. Азимова, Н. М. Марченко, И. И. Кузьменко; за рубежом – Р. Зинке, К. Холл и другие авторы [1]. Применение гидравлических и пневматических мешалок затруднено, так как необходимо строить дорогостоящие насосные или компрессорные станции, а также создаются антисанитарные, неприятные условия для обслуживающего персонала. Такими мешалками прак-