

Э. В. Дыба¹, В. Б. Ловкис², А. В. Пётух²

¹ РУП «НППЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru

² УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Аннотация. В статье представлено обоснование основных конструктивных и кинематических параметров роторного распределителя применительно к дисковому адаптеру для внутрипочвенного внесения жидкого навоза.

Ключевые слова: параметры, показатели, жидкий навоз, роторный распределитель, устройство, патрубки ротора, внутрипочвенное внесение, выливные штуцеры.

E. V. Dyba¹, V. B. Lovkis², A. V. Piotukh²

¹ RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru

² EI “Belarusian State Agrarian Technical University”

Minsk, Republic of Belarus

SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE AND KINEMATIC ROTOR DISTRIBUTOR PARAMETERS

Abstract. The article presents the justification of the main design and kinematic parameters of the rotary distributor in relation to the disk adapter for the internal application of liquid manure.

Keywords: parameters, indices, liquid manure, rotary distributor, device, rotor branch pipes, internal soil injection, pouring unions.

Введение

В последнее время, в связи с ужесточением требований к защите окружающей среды, наряду с поверхностным внесением жидкого навоза все больше находит применение внутрипочвенный способ внесения. Данный способ позволяет существенно снизить потери элементов питания за счет уменьшения испарения аммиачного азота и лучшей его усвояемости растениями, уменьшить загрязнение окружающей среды и устранить запах.

Все известные агрегаты для внутрипочвенного внесения жидкого навоза, в принципе, имеют одинаковое устройство. Они состоят из цистерны, вакуумного и нагнетательного насоса, роторного распределителя, напорного трубопровода, разливочных шлангов, заделывающих рабочих органов. Технологический процесс агрегата для внутрипочвенного внесения жидкого навоза заключается в следующем: во время работы рабочие органы подрезают пласт почвы, образуя в ней щели, полости или канавки, в которые одновременно подается навоз через рукава после разделения потока роторным распределителем.

Технологии внутрипочвенного внесения жидкого навоза, которые должны найти применение в сельскохозяйственном производстве, способствуют увеличению периода и объема его использования. Они осуществляются одновременно со вспашкой, глубоким рыхлением, лушением и другими видами почвообработки. Применение агрегатов и оборудования для внутрипочвенного внесения жидкого навоза при основной обработке почвы, подкормке пропашных культур и улучшении

лугов и пастбищ позволяет при отрядной организации работ повысить коэффициент использования машин, оборудования и продуктивность кормовых угодий.

Процесс внутрпочвенного внесения жидкого навоза более энергоемок по сравнению с поверхностным внесением, так как он осуществляется одновременно с почвообработкой. Однако повышенные затраты окупаются дополнительной прибавкой урожая (10–15 %) сельскохозяйственных культур. При подаче жидкого навоза непосредственно в почву эффективно используется до 90 % аммиака, при этом в 7–10 раз снижаются потери питательных веществ за счет устранения поверхностного стока и испарения аммиачного азота [1, 2], что ведет к уменьшению загрязнения окружающей среды и предотвращению заражения кормовых культур гельминтами, патогенными и другими вредоносными бактериями.

В связи с этим для обеспечения равномерной подачи жидкого навоза к заделывающим рабочим органам возникает необходимость обоснования конструктивных и кинематических параметров роторного распределителя с целью разработки новых, более эффективных и экологически состоятельных средств механизации.

Основная часть

Роторный распределитель предназначен для деления большого потока жидкого навоза, подаваемого из цистерны, на множество (по числу шлангов-понижителей) одинаковых малых потоков. Схема технологического процесса представлена на рис. 1.

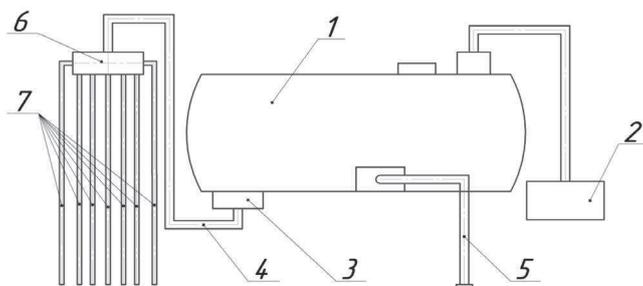


Рис. 1. Технологическая схема машины для внутрпочвенного внесения жидкого навоза: 1 – цистерна; 2 – вакуум-компрессор; 3 – задвижка; 4 – нагнетательный трубопровод; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – роторный распределитель; 7 – разливочные шланги

Схема роторного распределителя представлена на рис. 2. Он состоит из цилиндрического корпуса 1, плотно закрывающейся крышки 2 с сапуном 3, в центр которой прикреплен конец нагнетательного трубопровода 4, распределительного ротора, состоящего из стакана 5, патрубков 6 и выливных штуцеров 7.

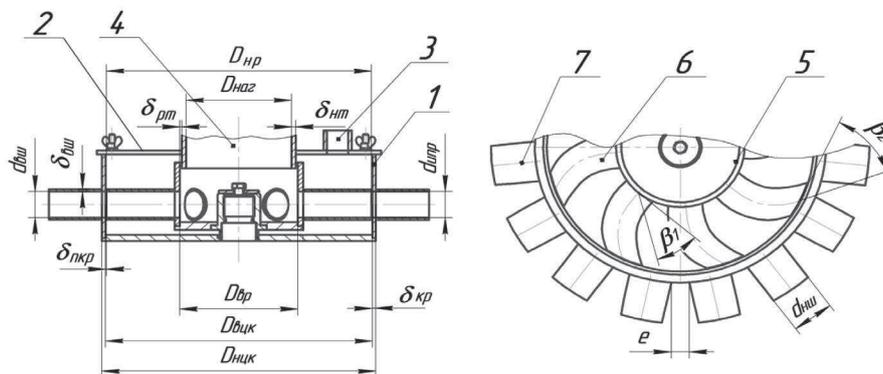


Рис.2. Схема для обоснования конструктивных и кинематических параметров роторного распределителя: 1 – цилиндрический корпус; 2 – крышка; 3 – сапун; 4 – нагнетательный трубопровод; 5 – стакан ротора; 6 – патрубок ротора; 7 – выливной штуцер

При определении внутреннего диаметра ротора распределителя (рис. 2), руководствуясь целью максимально использовать серийно выпускаемые узлы и детали, значение диаметра нагнетательного трубопровода примем таким же, как и у серийных машин для поверхностного внесения жидкого навоза. Тогда внутренний диаметр ротора $D_{вр}$ можно определить по формуле:

$$D_{вр} = D_{наг} + 2\delta_{нт} + 2\delta_{рм}. \quad (1)$$

где $D_{наг}$ – внутренний диаметр нагнетательного трубопровода серийной машины, м; $\delta_{нт}$ – толщина стенки нагнетательного трубопровода, м; $\delta_{рм}$ – зазор между внутренней поверхностью ротора и наружной поверхностью нагнетательного трубопровода, м.

Наружный диаметр ротора

$$D_{нр} = D_{внк} - 2\delta_{нкр}. \quad (2)$$

где $D_{внк}$ – внутренний диаметр корпуса роторного распределителя, м; $\delta_{нкр}$ – зазор между патрубками ротора и внутренней стенкой корпуса роторного распределителя, м.

Внутренний диаметр корпуса роторного распределителя:

$$D_{внк} = D_{ннк} - 2\delta_{кр}, \quad (3)$$

где $D_{ннк}$ – наружный диаметр корпуса роторного распределителя, м; $\delta_{кр}$ – толщина стенки корпуса роторного распределителя, м.

Наружный диаметр $D_{ннк}$ цилиндрического корпуса роторного распределителя определяется количеством выливных штуцеров $z_{ш}$, расположенных в один ряд по длине окружности корпуса. А их количество, в свою очередь, определяется рабочей шириной захвата B_m агрегата и шагом расстановки рабочих органов в секции X_T :

$$z_{ш} = \frac{B_m}{X_T}, \quad (4)$$

где $z_{ш}$ – количество выливных штуцеров, шт.; B_m – ширина захвата агрегата, м; X_T – шаг расстановки рабочих органов в секции адаптера, м.

Для исключения попадания навоза в корпус роторного распределителя принимаем внутренний диаметр патрубков ротора $d_{шр}$ равным внутреннему диаметру выливных штуцеров $d_{ви}$, который определяется по следующей формуле [3]:

$$d_{ви} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot v \cdot z_{ш}}}, \quad (5)$$

где Q_n – объем подаваемого жидкого навоза из цистерны в роторный распределитель за единицу времени, м³/с; v – средняя скорость движения жидкого навоза по трубопроводу, м/с.

Среднюю скорость движения жидкого навоза по трубопроводу выбираем из условия [4]:

$$v_{кр1} \leq v \leq v_{кр2}, \quad (6)$$

где $v_{кр1}$ – минимально допустимая скорость движения жидкого навоза из условия отсутствия осаждаемости и заиливания трубопровода ($v_{кр1} = 0,6...0,8$ м/с); $v_{кр2}$ – скорость, определяющая переход к турбулентному режиму течения жидкого навоза в трубе ($v_{кр2} \approx 3,6$ м/с).

Тогда наружный диаметр $D_{ннк}$ корпуса распределителя, с учетом полученных формул (4) и (5), можно определить по выражению:

$$D_{ннк} = \frac{B_m \left(\sqrt{\frac{4 \cdot Q_n \cdot X_T}{\pi \cdot v \cdot B_m}} + 2\delta_{ви} + e \right)}{\pi X_T}, \quad (7)$$

где $\delta_{ви}$ – толщина стенки выливного штуцера, м; e – технологический зазор между выливными штуцерами, м.

Количество патрубков ротора z_n определим из условия:

$$\sum S_{unp} \geq S_{наг}, \quad (8)$$

где $\sum S_{unp}$ – суммарная площадь поперечных сечений патрубков ротора, м²; $S_{наг}$ – площадь поперечного сечения нагнетательного трубопровода, м².

Суммарную площадь поперечных сечений патрубков ротора определим по выражению:

$$\sum S_{unp} = z_n S_{unp}, \quad (9)$$

где z_n – количество патрубков ротора, шт.

Площади поперечных сечений патрубка и нагнетательного трубопровода определим по известной формуле:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (10)$$

Тогда, подставив в условие (9) значения площадей и выразив количество патрубков ротора z_n , получим:

$$z_n = \frac{\pi D_{наг}^2 v_{zu}}{4 \cdot Q_n}. \quad (11)$$

Полученную цифру округляем до целого числа в большую сторону.

Так как площадь сечения патрубка ротора постоянна по всей его длине, то скорость на входе в патрубок v_1 будет равна скорости на выходе из него v_2 и будет вычисляться по формуле:

$$v_{om} = \frac{4 \cdot Q_n}{z_n \cdot \pi \cdot d_{unp}^2}. \quad (12)$$

Заключение

Полученные формулы позволяют обосновать основные конструктивные и кинематические параметры роторного распределителя, при которых будет обеспечена равномерная подача жидкого навоза к каждому рабочему органу.

Список использованных источников

1. Попробуйте органику! Современные технологии внесения в почву отходов животноводства // Новое сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 58–63.
2. Технология внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений. – М.: Колос, 1987. – 60 с.
3. Жарский, М. А. Гидро- и пневмотранспорт в сельском хозяйстве: учебное пособие для студентов с.-х. вузов / М. А. Жарский, Г. П. Цыганок. – Горки : БСХА, 1988. – 68 с.
4. Грачева, Л. И. Трубопроводный транспорт на животноводческих фермах / Л.И. Грачева, Н.Н. Шумляк. – М.: Колос, 1979. – 159 с.