

## Исследование процесса поверхностного внесения концентрированных органических удобрений машиной с пневмоцентробежным рабочим органом

*А.М. Бондаренко, д.т.н., профессор, Л.С. Качанова, д.э.н., А.Ю. Попенко, аспирант, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ*

В настоящее время в южных регионах России особо остро стоит проблема сохранения почвенного плодородия. Снижение количества гумуса в почвах обусловлено множеством объективных и субъективных причин: использование интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, применение тяжелой колёсной техники, избыточное внесение минеральных удобрений, низкие дозы внесения органических удобрений и другие.

Основой восполнения почвенного плодородия является применение органических удобрений [1]. При научно обоснованных дозах внесения органических удобрений 12–15 т на условный гектар пашни в настоящее время в Ростовской области вносится 0,6–0,8 т/га [2]. Аналогичная картина наблюдается в Краснодарском и Ставропольском краях. Основными причинами недостаточного внесения в почву органических удобрений являются: отсутствие эффективных технологий переработки навоза животноводческих и птицеводческих предприятий в высококачественные органические удобрения, а также технических средств для их качественного внесения в почву. Производство традиционным способом (компостирование) твёрдых органических удобрений и их внесение на поля в дозах 40–60 т/га экономически не оправдывается

прибавками дополнительного урожая выращиваемых сельскохозяйственных культур в связи с высокими затратами на их доставку к местам внесения [1, 3].

В России и за рубежом разработаны новые виды концентрированных органических удобрений и технологии их производства. Отличительной особенностью концентрированных органических удобрений (КОУ) от традиционных видов органических удобрений является увеличение содержания питательных элементов, в первую очередь азота, фосфора и калия, малые дозы их внесения, гранулометрический состав.

На юге России нашла распространение технология переработки навоза и помёта методом ускоренного компостирования (производство КОУ) [4]. Основным элементом производимых КОУ является применение биологических активных добавок, разработанных П.И. Короленко в режиме «ноу-хау», способствующих при контакте с органической массой ускоренному нагреву объемов компостной смеси, насыщению её специфичными центрами почвообразования, которые, попадая в почву, адаптируются с её микрофлорой, обеспечивая перевод стабильных (недоступных корневой системе растений) форм гумуса в лабильные (подвижные, доступные корневой системе) [4]. Дозы внесения твёрдых КОУ под основную обработку почвы составляют от 1 до 4 т/га. Эффективное использование твёрдых КОУ основывается на качественном внесении их в почву.

Существующие технические средства для поверхностного внесения органических и минеральных удобрений (машины типа ПРТ, РОУ, РУМ, МВУ) не обеспечивают качественное внесение КОУ по ширине и ходу движения агрегата, так как их рабочие органы не адаптированы к физико-механическим свойствам твёрдых КОУ [5–8]. Поэтому актуальной является разработка и создание машины с пневмоцентробежным рабочим органом, обеспечивающим равномерность распределения КОУ по ширине внесения более 75%, по ходу движения агрегата более 90%.

**Целью исследования** является обоснование технологического процесса поверхностного внесения КОУ машиной с пневмоцентробежным рабочим органом.

**Материал и методы исследования.** На основе проведённого ранее анализа машин для поверхностного внесения удобрений установлено, что наиболее целесообразно в качестве базовой использовать машины типа МВУ, РУМ [1, 6, 9, 10].

На рисунке 1 показана схема переоборудованного разбрасывателя типа МВУ, РУМ для внесения твёрдых КОУ. Вместо имеющихся двух роторных

дисков устанавливается один диск (6) по центру выгрузки удобрений донным транспортёром с приводом от гидромотора. По бокам кузова устанавливаются два вентилятора высокого давления (4) с приводом от ВОМ трактора, имеющие воздухопроводы (5), направленные в диаметрально противоположные стороны относительно оси кузова.

Принцип работы заключается в следующем. Концентрированные органические удобрения, имеющие пылевидную форму, влажностью 40–45% и плотностью 0,5–0,7 т/га загружаются в кузов машины. После установки требуемой дозы внесения КОУ в процессе движения включаются приводы пневмоцентробежных устройств и производится поверхностное внесение удобрений в зоны центробежного и пневматического рассева.

В основу конструктивно-технологической схемы машины с пневмоцентробежным рабочим органом для поверхностного внесения КОУ положены исследования, проведённые в ФГБОУ ВПО АЧГАА [1, 3] (рис. 1).

**Результаты исследования.** Технологический процесс работы машины включает два этапа: подачу удобрений в зону выброса; выброс удобрений в

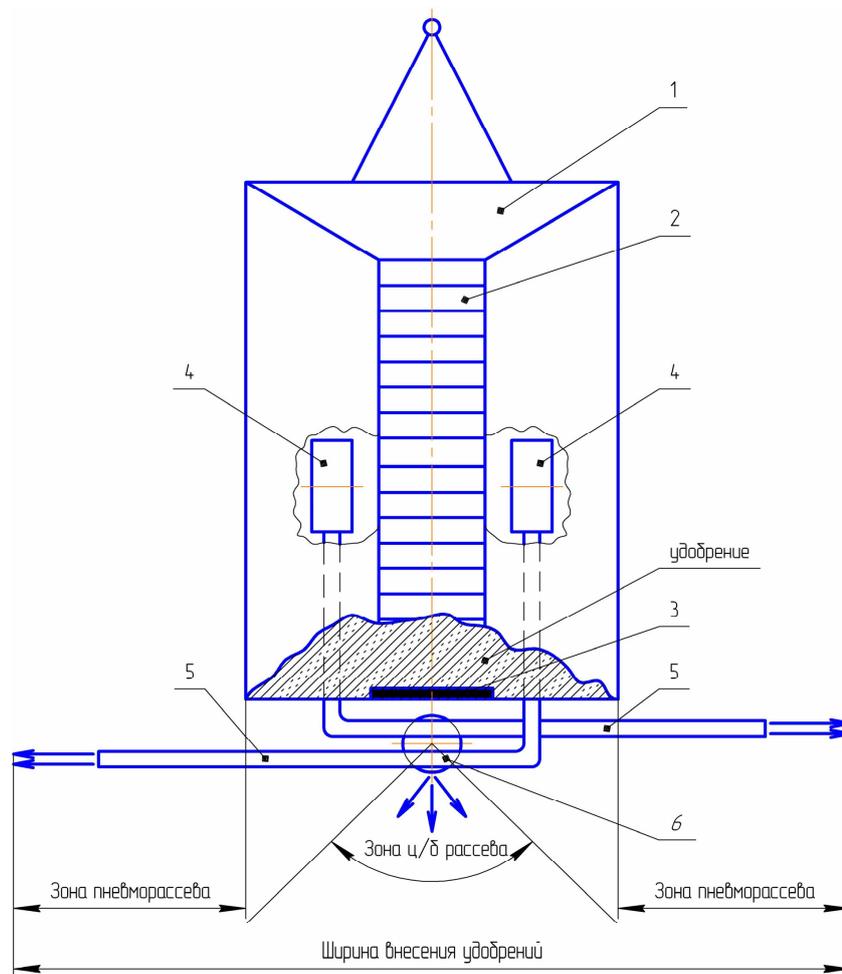


Рис. 1 – Схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом для поверхностного внесения концентрированных органических удобрений (вид сверху):

1 – кузов, 2 – донный транспортёр, 3 – задвижка, 4 – вентилятор, 5 – воздухопровод, 6 – роторный диск

центральной зоне устройством центробежного типа, на периферии – пневмовыбросом.

Функциональная схема технологической машины представлена на рисунке 2.

На каждый элемент системы воздействуют входные параметры: внешние и внутренние.

Входными параметрами I блока функциональной схемы являются влажность КОУ ( $W_{КОУ}$ ) и гранулометрический состав ( $ГС$ ). Внешним параметром I блока является скорость движения агрегата ( $V_{агр}$ ). Внутренними параметрами являются: конструкция кузова ( $K_K$ ), характеризуемая углами наклона стенок, обеспечивающих отсутствие образования сводов, скорость донного транспортёра ( $V_{ДТ}$ ). Выходными параметрами I блока являются производительность донного транспортёра ( $Q_{ДТ}$ ) и высота открытия задвижки ( $H_3$ ), обеспечивающие управление и регулирование дозы внесения удобрений.

Во II блоке дозированная масса удобрений делится на три потока, обеспечивающих подачу КОУ в два жёлоба для пневмотранспорта и на лопастной диск. Внутренними параметрами устройства для пневматического выброса КОУ являются размеры сечения жёлоба ( $K_ж$ ), скорость выброса частиц ( $V_{выбр}$ ), дальность полёта частиц ( $L_{пол}$ ) и количество вентиляторов для создания воздушных потоков ( $N_в$ ). Внутренними параметрами устройства для центробежного выброса КОУ являются частота вращения диска ( $n$ ), количество дисков ( $N_д$ ), ширина разбрасывания удобрений ( $B$ ).

Внутренними факторами II блока являются доза внесения удобрений ( $D_{внес}$ ) и рабочая ширина внесения КОУ ( $B_p$ ). Внешними факторами II блока являются скорость движения агрегата ( $V_{агр}$ ) и скорость ветра ( $V_в$ ).

Каждый элемент системы характеризуется технологическим показателем – производительностью, определяющей работоспособность системы.

В общем виде производительность машины для внесения КОУ характеризуется соотношением:

$$Q_{МВУ} = Q_{ДТ} \leq (Q_{нв} + Q_{ц/б}), \quad (1)$$

где  $Q_{нв}$  – производительность пневматического рабочего органа, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{ц/б}$  – производительность пневмоцентробежного рабочего органа, м<sup>3</sup>/ч.

Из выражения (1) видно, что производительность машины зависит от производительности её рабочих органов.

Производительность донного транспортёра характеризуется линейной скоростью подачи КОУ к выгрузному окну ( $V_{дт}$ ), высотой ( $h_3$ ) и шириной ( $в_{дт}$ ) подачи удобрений:

$$Q_{ДТ} = V_{ДТ} \cdot h_3 \cdot в_{ДТ} \cdot \rho_{КОУ}, \quad (2)$$

где  $\rho_{КОУ}$  – плотность КОУ ( $\rho_{КОУ} = 0,5-0,7$  т/м<sup>3</sup>).

Производительность пневмоцентробежного рабочего органа для внесения КОУ должна быть синхронно увязана с производительностью донного транспортёра.

Дозы внесения КОУ в составе агрегата (трактор и технологическая машина) рассчитываются по формуле:

$$D_{КОУ} = \frac{Q_{ДТ}}{Q_{агр}}, \quad (3)$$

где  $Q_{агр}$  – производительность агрегата, га/ч.

Тогда, преобразовав выражения (2) и (3), получаем:

$$D_{КОУ} = \frac{V_{ДТ} \cdot h_3 \cdot в_{ДТ} \cdot \rho_{КОУ}}{V_{агр} \cdot B_p}, \quad (4)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина внесения удобрений, м.

Приняв  $\rho_{КОУ} = 0,6$  т/м<sup>3</sup> и  $B_p = 8$  м, на основе выражения (4) определили технологические параметры агрегата для поверхностного внесения КОУ (рис. 3).

Предварительными исследованиями установлено, что рекомендуемые дозы внесения КОУ со-

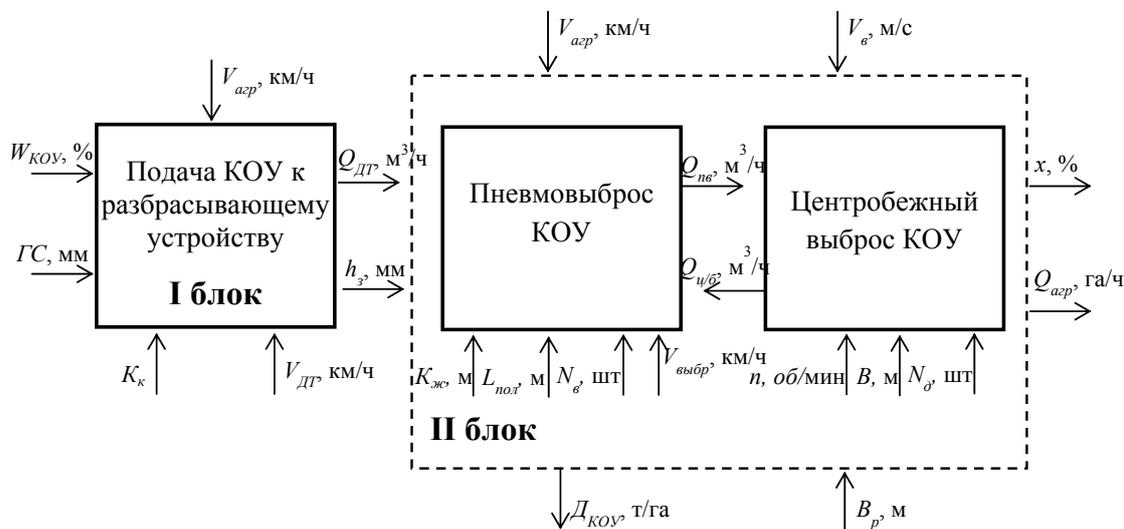


Рис. 2 – Функциональная схема машины с пневмоцентробежным рабочим органом для поверхностного внесения КОУ

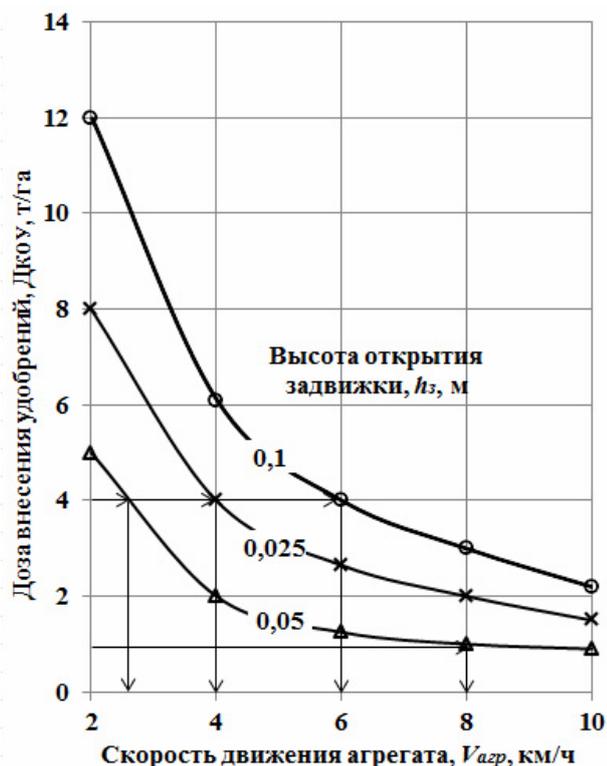


Рис. 3 – Изменение дозы поверхностного внесения концентрированных органических удобрений от технологических и режимных параметров агрегата (МТЗ-82+МВУ-8)

ставляют от 1 до 4 т/га [1, 3]. По рисунку 3 видно, что при высоте открытия задвижки  $h_3 = 0,05$  м доза внесения  $D_{КОУ} = 1,0$  т/га при скорости движения агрегата более 8 км/ч, что соответствует 5-й и 6-й передачам трактора МТЗ-82. Доза внесения КОУ 4 т/га обеспечивается одним из трёх режимов работы агрегата: при  $h_3 = 0,05$  м скорость движения агрегата должна составлять не менее 2,3 км/ч; при  $h_3 = 0,075$  м скорость движения агрегата должна составлять более 4 км/ч; при  $h_3 = 0,1$  м скорость движения агрегата должна быть не менее 6 км/ч.

При обосновании режимных и конструктивных параметров машины для поверхностного внесения КОУ необходимо учитывать дальность выброса

частиц удобрений и перекрытие зон их подачи центробежным диском и пневмовыбросом, влияющих на равномерность распределения удобрений по ширине внесения (не менее 75%) и ходу движения агрегата (не менее 90%).

**Вывод.** Процесс поверхностного внесения концентрированных органических удобрений с дозами от 1 до 4 т/га обеспечивается путём использования пневмоцентробежного рабочего органа на машинах типа МВУ (РУМ). Разработанная функциональная схема машины позволяет получить комплексную оценку режимных и технологических параметров машины и агрегата, направленную на улучшение качественных показателей внесения удобрений.

### Литература

1. Бондаренко А.М., Качанова Л.С. Технологии и технические средства производства и применения органических удобрений: монография. зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. 224 с.
2. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 гг. Ч. II / С.Г. Бондаренко [и др.]; под ред. В.Н. Василенко. Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2013. 272 с.
3. Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. зерноград: РИО ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. 184 с.
4. «Агровит-Кор». [Электронный ресурс]. URL: <http://агровит-кор.рф> (дата обращения 27.01.2019 г.).
5. Седашкин А.Н., Костригин А.А., Драгунов А.В. Универсальный пневмоцентробежный рабочий орган для внесения мелиорантов // Сельский механизатор. 2018. № 1. С. 6–7.
6. Седашкина Е.А. Рациональные параметры центробежного рабочего органа разбрасывателя для поверхностного внесения минеральных удобрений: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. Саранск, 2007. 17 с.
7. Забродин В.П. Механизация процессов адаптивного внесения минеральных удобрений: автореф. дис. ... докт. техн. наук. зерноград, 2004. 39 с.
8. Chernovolov V.A. Rational parameter calculation method for devices with horizontal rotation axis to disseminate mineral fertilizers and seed / V.A. Chernovolov, V.A. Kravchenko, L.V. Kravchenko, A.Yu. Nesmiyan, V.I. Khizhnyak, S.A. Sherstov // Amazonia Investiga. 2018. Т. 7. № 17. p. 670–675.
9. Sukhanova M.V. Substantiation of physical and mathematical model and determination of accelerations under the action of the elastic mixer driving forces / M.V. Sukhanova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 11. p. 2268–2274.
10. Kovalev S. Adaptive approach for anomaly detection in temporal date based on immune double-plasticity principle / S. Kovalev, A. Sukhanov, M. Sukhanova., S. Sokolov // Proceedings of the Second International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry». 2017; 1: 234–243.