

Мобильный агрегат для приготовления и внесения жидких концентрированных органических удобрений

Л.С. Качанова, к.т.н., ФГБОУ ВО Донской ГАУ

В зависимости от технологий содержания животных и птицы на предприятиях образуются значительные объёмы подстилочного, полужидкого и жидкого навоза (помёта). Места хранения органических отходов, как правило, не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям, в связи с чем накапливаемые навоз и помёт представляют прямую угрозу окружающей среде [1, 2]. Существует множество технологий переработки навоза и помёта различной консистенции в органические удобрения, имеющих свои достоинства и недостатки [3, 4]. Наиболее трудоёмким и сложным является процесс переработки жидкого навоза (помёта) в жидкие органические удобрения [5–8].

Существующие технологии разделения жидкого навоза и помёта на твёрдую и жидкую фракции экономически оправданы для переработки жидкого навоза свиноводческих предприятий с поголовьем от 12000 гол. и выше, где разработаны и проверены на практике технологические средства для их реализации, хотя требуют значительных начальных затрат. Весьма затруднительны и экономически не выгодны технологии переработки жидкого навоза КРС и помёта птицеводческих предприятий в органические удобрения, которые сводятся к накоплению значительных их объёмов в навозо- и помётохранилищах с последующей их выгрузкой насосами на близлежащие поля с дозами 200 м³/га и более, что загрязняет окружающую среду и не позволяет получать высококачественные жидкие органические удобрения [9–12].

Одним из перспективных направлений является производство из жидкого навоза (помёта) жидких концентрированных органических удобрений (ЖКОУ), минуя фазы его механического разделения. В настоящее время в мире существует множество биодобавок, которые добавляют в навоз различной консистенции и получают высококачественные органические удобрения. На юге России наиболее распространённой является биологически активная α -добавка (БАД), разработанная ростовским учёным, кандидатом биологических наук П.И. Короленко. Исследованиями установлено, что, попадая в органическую среду (навоз, помёт и др.), БАД способствует быстрому нагреву смеси, её обеззараживанию и насыщению биологически активными элементами, которые, попадая в почву, контактируют с её микрофлорой, способствуя переводу стабильных форм азота, фосфора, калия в почву в лабильные, доступные корневой системе растений.

В Азово-Черноморском институте ФГБОУ ВО ДГАУ (г. Зерноград Ростовской области) разработана технология получения жидких концен-

трированных органических удобрений на основе жидкого навоза и помёта (с использованием БАД) и техническое средство для её реализации – мобильный агрегат для приготовления и внесения их в почву (рис. 1).

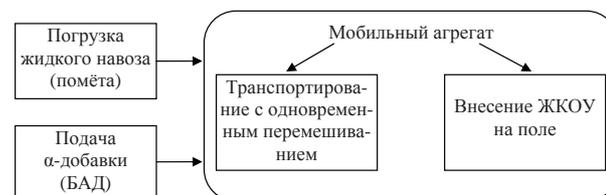


Рис. 1 – Технологическая схема производства жидких концентрированных органических удобрений и внесения их на поле мобильным агрегатом

На рисунке 1 видно, что технологический процесс включает операции погрузки жидкого навоза (помёта) в ёмкость технологической машины и подачи БАД. Перемешивание компонентов осуществляется в процессе транспортировки органического продукта на поле к месту его внесения.

Основным элементом данной технологии является мобильный агрегат для приготовления и внесения ЖКОУ.

Цель исследования – разработка функциональной схемы мобильного агрегата для производства и внесения жидких концентрированных органических удобрений и определение его технологических параметров.

Результаты исследования. Мобильный агрегат для приготовления жидких концентрированных органических удобрений и их внесения в почву включает в себя ходовую систему, ёмкость с загрузочным люком и оборудованной предохранительной решёткой для задержки крупных включений дистанционно управляемой крышкой (рис. 2).

Привод перемешивающего устройства осуществляется от ВОМ трактора и представляет собой шнек с правой и левой навивкой от середины его вала и диаметром витка, равным трём диаметрам вала, а также шагом витка, равным 1/2 его диаметра. Шнек установлен с 5-сантиметровым зазором наружной кромки его витка от дна ёмкости. В ёмкости установлены две перфорированные перегородки, расположенные на расстоянии 1/4 длины ёмкости от торцевых стенок в 1/2 верхней части ёмкости. В задней части ёмкости установлены выгрузное окно, фильтр и запорно-соединительное устройство, к которому крепится поперечная штанга с выгрузными отверстиями (рис. 2).

Растворный мобильный узел работает следующим образом. На участке подачи жидкого навоза из навозохранилища через загрузочный люк в ёмкость машины подаётся навоз и α -добавка (БАД)

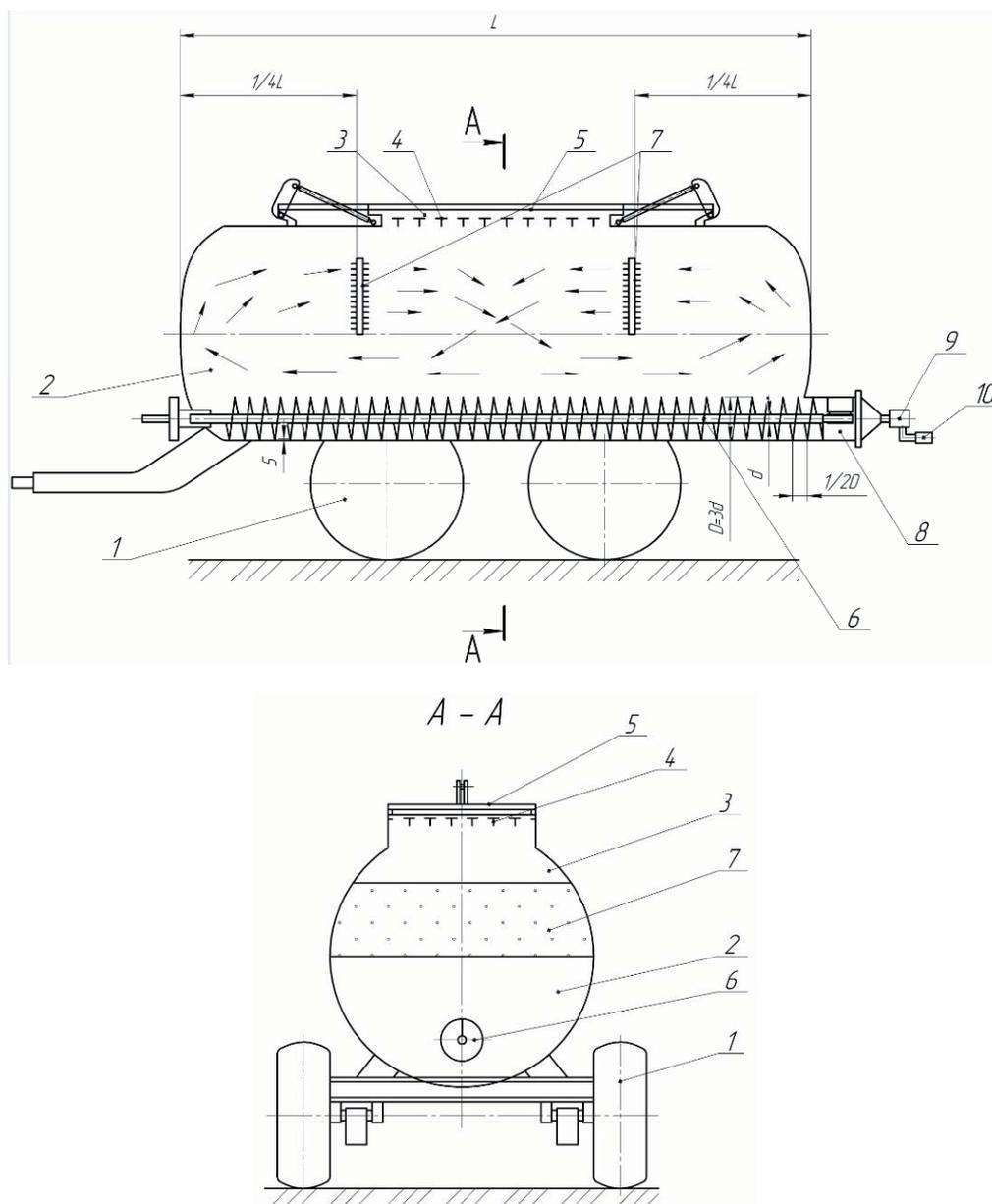


Рис. 2 – Схема общего вида мобильного узла машины для приготовления растворов жидких КОУ:

1 – ходовая система; 2 – ёмкость; 3 – загрузочный люк; 4 – предохранительная решётка; 5 – дистанционно управляемая крышка; 6 – шнек; 7 – перфорированные перегородки; 8 – выгрузное окно; 9 – фильтр; 10 – запорно-соединительное устройство

(в порошковидном или жидком виде) в количестве 5% от массы навоза. После закрытия загрузочного люка включается имеющий привод от ВОМ трактора перемешивающий рабочий орган, который подаёт органическую массу в противоположные стороны от центра ёмкости. Потoki жидкости, отражаясь от торцевых стенок, в результате контакта с перфорированными перегородками разбиваются на множество струй, направленных навстречу друг другу, в результате чего значительно активизируется процесс перемешивания компонентов. В процессе движения агрегата на поле процесс перемешивания в ёмкости не прекращается.

Функциональная схема мобильного агрегата для производства ЖКОУ и их внесения в почву представлена на рисунке 3.

Входными параметрами I блока являются плотность навоза (помёта) (ρ), его влажность (W). Внутренними параметрами I блока являются диаметр трубопровода ($d_{тр}$), марка насоса (МН) для подачи жидкого навоза (помёта).

Входными параметрами II блока являются вид БАД: в твёрдом или жидком концентрированном виде; содержание в ней азота (N'), фосфора (P') и калия (K'). Внутренними параметрами являются диаметр трубопровода для подачи биологически активной добавки ($d'_{тр}$), марка насоса (МН').

Входными параметрами III блока являются выходные параметры I и II блоков: плотность (ρ), влажность (W), содержание азота (N), фосфора (P), калия (K) в навозе (помёте) и в биологически активной добавке (N' , P' , K'), доза добавки ($D_{БД}$).

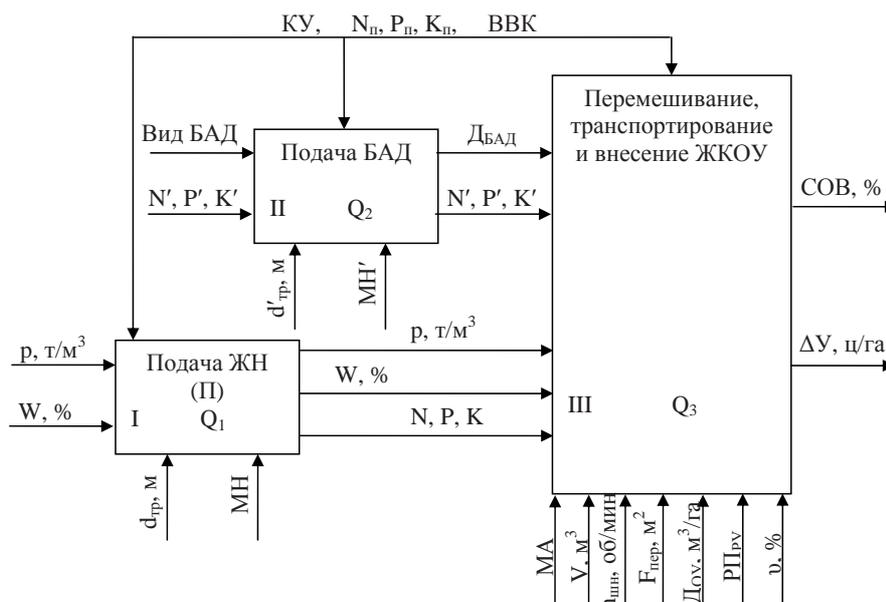


Рис. 3 – Функциональная схема мобильного смесителя для производства и внесения жидких концентрированных органических удобрений

Внутренними параметрами III блока являются: марка агрегата (МА), объём ёмкости (V), частота вращения шнека ($n_{\text{шн}}$), площадь перфорации перфорированных перегородок ($F_{\text{пер}}$), доза внесения ЖКОУ ($D_{\text{ов}}$), частота и режимные параметры разбрасывающего устройства (РП_{рв}), качество распределения ЖКОУ по поверхности поля (x). Выходными параметрами III блока являются: содержание органического вещества в ЖКОУ (СОВ) и прибавка урожайности от применения ЖКОУ (ДУ).

Внешними параметрами для I, II и III блоков являются климатические условия (КУ) и содержание в почве азота (N_п), фосфора (P_п) и калия (K_п), а также вид выращиваемой культуры (ВВК).

Каждый элемент системы характеризуется основным технологическим показателем – производительностью. В общем виде производительность мобильного смесителя ($Q_{\text{МС}}$) характеризуется соотношением:

$$Q_{\text{МС}} = (Q_1 + Q_2) \leq Q_3,$$

где Q_1 , Q_2 и Q_3 – производительность соответственно I, II и III блоков, м³/ч.

Для определения основных параметров технологического процесса разработана циклограмма, представленная на рисунке 4.

Применительно к условиям Ростовской области средний радиус перевозок удобрений к местам их внесения составляет 5 км [12]. Принимая рабочую ёмкость мобильного смесителя равной 19 м³, одновременно в неё подаётся 18 м³ навоза (помёта) и одновременно 0,90 м³ БАД (5% от объёма органической массы).

На рисунке 4 видно, что время цикла работы одного агрегата $T_{\text{ц}} = 36$ мин. Исходя из производительности насоса для подачи навоза (помёта) $Q_{\text{н}} = 180$ м³/ч, для его эффективной работы требуется 4 агрегата. В этом случае время одного

цикла 4 агрегатов составляет около 60 мин. При эксплуатационной производительности одного агрегата 32 м³/ч за один цикл четыре агрегата доставят и внесут на поле 128 м³ жидких КОУ. За одну смену вносится 1012 м³ жидких КОУ. При дозе внесения 4 м³/га четыре агрегата обеспечат за 1 смену внесение жидких КОУ на площади 252 га [3]. Высокая производительность агрегатов достигается за счёт совмещения операций загрузки компонентов, транспортировки и перемешивания с последующим поверхностным или внутрипочвенным внесением жидких КОУ.

Экономическая эффективность применения жидких КОУ подтверждена в результате производственной проверки в ряде хозяйств Ростовской области. В частности, в СПК (колхоз) «Колос» Матвеево-Курганского района себестоимость производства жидких КОУ составляет 671,57 руб/м³ при объёме производства 10904 м³ в год.

Внесение жидких КОУ производилось поверхностно с дозами 4–5 м³/га, после внесения производилась заделка удобрений в почву на глубину до 15 см.

Для определения экономической эффективности разработанной технологии производства и внесения ЖКОУ при возделывании сельскохозяйственных культур проводится сравнение базовой и проектной технологии. При реализации базовой технологии выращивания сельскохозяйственных культур применяются минеральные удобрения и твёрдые органические удобрения, произведённые по традиционной технологии. При реализации проектной технологии возделывания осуществляется сокращение доз минеральных удобрений в 3 раза на фоне применения жидких концентрированных органических удобрений, произведённых при использовании мобильного смесителя.

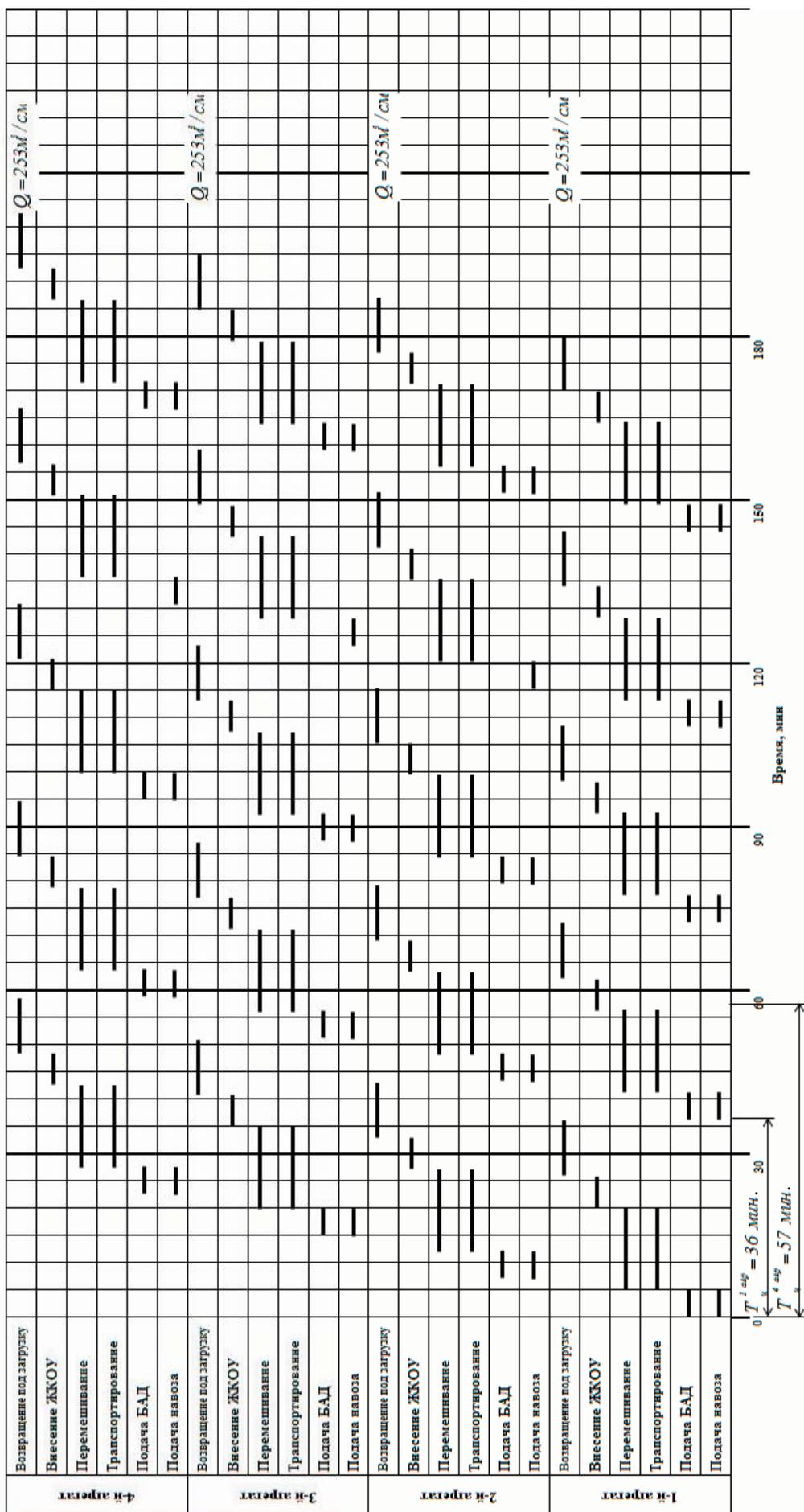


Рис. 4 – Циклограмма технологического процесса производства жидких концентрированных органических удобрений в мобильном агрегате с одновременным их внесением на поле

Прибыль от реализации продукции СПК (колхоз) «Колос» при использовании различных технологий производства органических удобрений

Культура	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор продукции, ц	Себестоимость, руб/ц	Цена реализации, руб/ц	Прибыль от реализации продукции, руб.
Пшеница озимая	Базовая технология					
	1142,00	41,70	47621,40	594,9	800	9767108,94
Пшеница озимая	Проектная технология с внесением жидкого КОУ					
	1142,00	52,00	59384,00	416,69	800	22762574,98
Ячмень яровой	Базовая технология					
	408	29,50	12036,00	449,84	700	3010930,29
Ячмень яровой	Проектная технология с внесением жидкого КОУ					
	408	39,00	15912,00	392,52	700	4892606,82
Подсолнечник	Базовая технология					
	745	24,60	18327,00	471,22	1 200,00	13356366,12
Подсолнечник	Проектная технология с внесением жидкого КОУ					
	745	32,00	23840,00	402,64	1 200,00	19009024,33
Кукуруза на зерно	Базовая технология					
	623	49,70	30963,10	296,89	750	14029765,25
Кукуруза на зерно	Проектная технология с внесением жидкого КОУ					
	623	62,00	38626,00	235,29	750	19881139,49

Рост урожайности по рассматриваемым культурам и реализация дополнительной продукции окупает дополнительные затраты и приводит к росту прибыли от реализации в расчёте на один гектар (табл.).

При возделывании озимой пшеницы с применением жидкого КОУ рост прибыли составил 11379,57 руб/га, ярового ячменя – 11991,68 руб/га, подсолнечника – 7587,46 руб/га и кукурузы на зерно – 9392,25 руб/га. Прирост прибыли от реализации продукции растениеводства СПК (колхоз) «Колос» составил 26381175,02 руб.

При применении жидких КОУ рентабельность производства ярового ячменя повысится на 22,72% и достигнет 78,33%, подсолнечника – на 43,37% и достигнет 198,03%, озимой пшеницы – на 57,51% и достигнет 91,99%, кукурузы на зерно – на 66,13% и достигнет 218,75%.

Срок окупаемости дополнительных капложений при реализации технологии для производства жидких КОУ составляет 0,22 года при индексе доходности дополнительных капложений 23,82% и чистом дисконтированном доходе 130226,32 тыс. руб.

Выводы. Предложенная функциональная схема мобильного смесителя в составе агрегата позволяет оптимизировать входящие потоки по каждому выделенному блоку, что в конечном итоге позволит в результате внесения жидких концентрированных органических удобрений сохранить в почве содержание органического вещества и получить дополнительный доход от прибавки урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Разработанный мобильный агрегат для приготовления и внесения жидких концентрированных органических удобрений совмещает операции загрузки компонентов, транспортирования и пере-

мешивания, что позволяет повысить эксплуатационную производительность агрегата с объёмом рабочей жидкости от 19 до 32 м³/ч, или 253 м³/см. При дозе внесения жидких КОУ 4 м³/га один агрегат за смену способен обрабатывать 63 га.

Литература

- ГОСТ 26712-94. Удобрения органические. Общие требования к методам анализа. М., 1994.
- Межгосударственный стандарт ГОСТ 31461-2012. Помёт птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия. М.: Стандарт-информ, 2013. 70 с.
- Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. Волгоград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. 84 с.
- Ковалев Н.Г., Глазков И.К. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах. М.: Агропромиздат, 1989. 160 с.
- Lipkovich E.I. Ecological balance of technogenic processes and tractors of fifth generation / E.I. Lipkovich, A.M. Bondarenko, I.E. Lipkovich // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS). Vol. 7, Issue 3, 2016. Pp. 751–760.
- Липкович Э.И., Бельтюков Л.П., Бондаренко А.М. Органическая система земледелия // Техника и оборудование для села: научно-практический журнал. 2014. Вып. 8 (206). С. 2–7.
- Бондаренко А.М. Машинно-технологическое сопровождение улучшения почв // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 37-1. С. 79–88.
- Бондаренко А.М. Механико-технологические основы процессов производства и использования высококачественных органических удобрений: монография. Волгоград, 2001. 289 с.
- Бондаренко А.М., Короленко С.П., Казанов Х.К. К вопросу применения мобильных установок для разделения навоза на фракции // Экономика, организация, технология и механизация животноводства. Межвуз. сб. науч. трудов. Волгоград: Изд-во: ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия», 2008. С. 73–76.
- Бондаренко А.М., Яламов В.Ф., Строгий Б.Н. Разделение жидкого свиного навоза на фракции // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 8. С. 3–4.
- Шигапов И.И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза // Сельский механизатор. 2017. № 4. С. 26–27.
- Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) [Электронный ресурс]: в 3-х ч. Ч. 1 / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Ростов-на-Дону, 2012.: URL: http://don-agro.ru/FILES/2020/ZONSYSEM/Sistema_zemled_do_2020_1.docx.