

7. Попечиц, В. И. Неразрушающий контроль материалов и изделий с помощью многокомпонентных растворов красителей / В. И. Попечиц // IV Конгресс физиков Беларуси : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси. — Минск : [б.и.], 2013. — С. 200—201.

8. Попечиц, В. И. Регистрирующие материалы на основе органических красителей для радиационной дефектоскопии / В. И. Попечиц // Оптика и фотоника-2013 : материалы II Междунар. конф. / Самарканд. гос. ун-т им. Алишера Навои. — Самарканд : [б.и.], 2013. — С. 23—26.

Материал поступил в редакцию 03.03.2014 г.

УДК 631.371

*Е. В. Соловей, А. И. Войнич, В. В. Пашкевич*

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### ЭЛЕКТРОТРАКТОР «БЕЛАРУС-3023»

**Введение.** Электромеханическая трансмиссия — это будущее тракторостроения. Дизельный двигатель передаёт только вращательное движение электрогенератору, работая в оптимальном по топливной эффективности режиме всё время; тяговый двигатель приводит в движение все четыре колеса трактора.

**Основная часть.** Преимущества такого трактора: электрическому приводу для передачи усилия не нужны валы, шестерни, подшипники, масло и фильтры, он передаёт всю силу уже с первого оборота и очень тонко управляется. А электрическая энергия от электрогенератора может быть использована для электроприводов различных вспомогательных механизмов.

К задачам, которые требуется ещё решить, относится то, что нужно обезопасить водителя от высокого напряжения, составляющего в тракторе 850 вольт, произвести все необходимые компоненты в меньшем размере и создать оптимальное управление системой. Так как на рынке мало подобных примеров, то справиться с этими трудностями будет непросто.

На предоставленном нам тракторе «Беларус-3023» использован стандартный задний мост, усилие на который передаёт тяговый двигатель. Между дизелем (6-цилиндровый двигатель по выбору от Detroit Diesel с 221 кВт / 300 л. с. или от Deutz с 223 кВт / 303 л. с.) и задним мостом (у трактора «Беларус-3022» там расположены сцепление и коробка передач) у нашего находится мотор-генератор и тяговый двигатель (рисунок 1).

Генератор производит электрический ток напряжением 850 вольт, которое электрическим тяговым электродвигателем приводит в движение трактор с полной мощностью от 0 до 40 км / ч.

Для того чтобы оптимизировать КПД, все существующие на сегодняшний день прототипы оснащены ещё четырёхступенчатым дополнительным редуктором между тяговым электродвигателем и задним мостом.

К началу серийного производства этот редуктор планируется упростить до двух ступеней: от 0 до 20 км / ч — для полевых работ, от 0 до 40 км / ч — для транспортных работ.

На тракторе установлены: двигатель Detroit Diesel S40E 8,7 LTA M146 с 221 кВт / 300 л. с. при 2 200 мин<sup>-1</sup> или Deutz BF06M1013FC с 223 кВт / 303 л. с. при 2 300 мин<sup>-1</sup>, топливный бак 500 л; бесступенчатая электромеханическая коробка передач с электроприводом переменного тока 800 В, 2 механических диапазона с фрикционными гидроуправляемыми муфтами от 0 до 20 и от 0 до 40 км / ч; задний ВОМ 1 000/1 000Е механический, опция — электрический ВОМ с 1 000 мин<sup>-1</sup>; гидравлика EHR, 10 000 Н, 205 бар, 120 л / мин, передний подъёмник с EHR и 5 000 Н опция.

Габариты и масса трактора следующие: длина 640 см, ширина 263 см и высота 325 см, база трактора 326 см, порожний вес 12 500 кг, максимально допустимая масса 18 000 кг, полезная нагрузка 5 500 кг. Шины в основной комплектации: передние — 540/65 R 30, задние — 580/70 R 42 (рисунок 2).

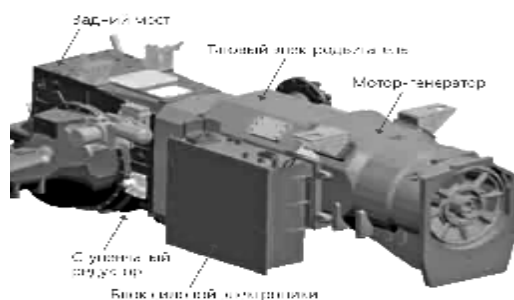


Рисунок 1 — Схема электромеханической трансмиссии трактора «Беларус-3023»



Рисунок 2 — Трактор «Беларус-3023»

Внешне его можно узнать только по большому серому блоку с правой стороны, где скрывается область силовой электроники и важные элементы управления. В кабине находится дополнительный монитор на правой стойке, который показывает скорость движения и обороты двигателя, а также температуру системы охлаждения, напряжение в системе и др. (рисунок 3).

Направление движения выбирается маленьким рычагом с правой стороны приборной панели, и это возможно даже во время движения (рисунок 4). Диапазон движения переключается маленьким рычагом, расположенным справа на боковой панели управления: или до 20, или до 40 км / ч.

При нажатии на педаль хода двигатель увеличивает свои обороты, чтобы произвести необходимый для тягового электродвигателя ток, и начинает без привычного уменьшения частоты вращения вала двигателя внутреннего сгорания. Держа ногу на педали, мы можем регулировать рабочую скорость движения, нажатием кнопки на большом рычаге хода справа — выбирать режим движения, задающий желаемую максимальную скорость, которую трактор должен удерживать во время работы.

Работать с бесступенчатой электромеханической коробкой передач просто. Не концентрируется внимание на отсутствии привычного шума двигателя при старте с места, и двигатель на разворотной полосе уже существенно уменьшает свои обороты, потому что электроника сигнализировала меньшее потребление тока. Других отличий в электромеханической трансмиссии нет.

Это замечание не распространяется на передний ВОМ: «Беларус-3023» имеет электромеханический привод переднего ВОМа, который выдает 60 кВт и управляется независимо от частоты вращения вала двигателя. Вспомогательные механизмы двигателя, такие как генератор, на сегодняшний день имеют в прототипах традиционный привод, но к началу серийного выпуска должны будут тоже приводиться мотор-генератором. При этом такие функции, как «активная стоянка» (не стояночный тормоз), т. е. удержание трактора на месте с возможностью управления в этом режиме оборотами двигателя от педали, и система ведения на разворотной полосе (также для «Беларус-3022») уже реализованы.



Рисунок 3 — Бортовой компьютер



Рисунок 4 — Пульт управления

К началу серийного производства тракторов «Беларус-3023» стартер тоже должен исчезнуть. Генеральный конструктор трактора Иван Усс комментирует это так: «В этом случае двигатель будет запускаться генератором, для чего достаточно нормального аккумулятора: 12 В преобразуются в 380 В, а аккумулятор затем снова заряжается».

**Заключение.** Представленный трактор является сельскохозяйственной машиной будущего. Необходима дальнейшая разработка подобных устройств и широкомасштабное внедрение таких тракторов для работы в сельскохозяйственных организациях и на предприятиях Республики Беларусь. Планируется продолжать исследования электротранспорта и проводить работы по их модернизации.

#### Список цитируемых источников

1. Современная сельхозтехника и оборудование [Электронный ресурс] / Электронный трактор Беларус-3023. — Барановичи, 2014. — Режим доступа: <http://www.profi-mediacenter.com/eastspecial.html>. — Дата доступа: 07.02.2014. — Загл. с экрана.

Материал поступил в редакцию 28.02.2014 г.

УДК 631.3

*Е. В. Соловей, М. В. Воронович*

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Введение.** В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом имеется множество технологий переработки и использования жидкого навоза. Понятие «переработка бесподстилочного (жидкого) навоза» включает следующие технологические операции: разделение, обеззараживание и очистка жидкой фракции от взвешенных частиц. После переработки навоз используется в качестве органического удобрения, из него получают кормовые дрожжи, биогаз, жидкое топливо, используют в качестве добавок в корм животным. Изобилие технологий вызывает различные мнения среди учёных и практиков о применении бесподстилочного навоза. Но всё же большинство учёных приходят к единому мнению, что навоз необходимо после переработки использовать в качестве удобрения, так как он не только повышает содержание гумуса в почве, но и существенно улучшает её физико-химические свойства.

**Основная часть.** Для разделения жидкого навоза используют естественный, механический и термический способы. При естественном способе разделения выделения твёрдых частиц происходит за счёт силы тяжести и разности плотностей жидкой и твёрдой фракций в отстойниках, бункере-накопителе или контейнере. Удаление жидкой фракции фильтрованием при механическом способе осуществляется за счёт центробежных сил, вибрации, сил тяжести. При термическом способе удаление влаги из жидкого навоза происходит в сушилках за счёт перепада давлений парциального и водяного пара. Для естественного разделения навоза влажностью более 90% применяют горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники (рисунок 1).

*Описание технологического процесса:* В технологическом решении для установки предусмотрено семь ступеней очистки из которых вторая и третья ступени объединены в блок грубой очистки (далее — БГО), а ступени с четвёртой по седьмую — в блок тонкой очистки (далее — БТО): 1-я ступень — секция первичного отстойника и усреднителя-накопителя; 2-я ступень — плоскостной биофильтр с жёсткой блочной полимерной загрузкой; 3-я ступень — вторичный отстойник БГО; 4-я ступень — плоскостной биофильтр с мягкой загрузкой; 5-я ступень — вторичный отстойник БТО; 6-я ступень — напорный фильтр с загрузкой активированным углём; 7-я ступень — установка УФ-обеззараживания (рисунок 2).

Работа комплекса применительно к очистке организована следующим образом:

1) фекалии поступают в приёмный усреднитель-накопитель (далее — УН) через сороулавливающие решётки из нержавеющей стали. В УН погружной фекальный насос осуществляет принудительную рециркуляцию фекалий, а также подачу фекалий в БГО, обеспечивая при этом перемешивание и измельчение каловых масс. В установке фекалии отстаиваются в приёмном УН не менее 8 часов, что позволяет снизить содержание взвешенных веществ на 70—80%;

2) секция биофильтра 2-й ступени очистки в БГО рассчитана на полное биологическое окисление. Внутри секции биофильтра второй ступени очистки помещён блок биоагрузки, который представляет собой жёсткую полимерную загрузку, рекомендованную для использования в качестве биоагрузочного материала. Для обеспечения необходимой дозы растворённого воздуха в сточной воде применена система принудительной аэрации струйного типа (насос) и естественной аэрации (разбрызгивающее устройство в секции биофильтра второй ступени очистки БГО);