

УДК 629.113

Электрический мини-трактор коммунального назначения

Козлов Владислав Александрович

vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Бурков Эдуард Рафаилович

burkov@kaluga.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Статья посвящена изучению конструкции и принципа работы электрического мини-трактора коммунального назначения. Рассмотрены конструкция и принцип действия предложенного машинного агрегата. Результаты научного исследования позволяют сделать вывод о высокой энергоэффективности, экологичности и экономичности электрического мини-трактора, что может быть полезно для ориентации коммунальных служб на использование оборудования на электротяге, а также дальнейшей реализации данного проекта и запуск его в производство.

Ключевые слова: трактор, мини-трактор, электричество, электромотор, редуктор, экологичность, экономичность, трансмиссия, конструкция

В настоящее время существует огромное количество техники различного функционала и применения, работающих на двигателях внутреннего сгорания. В том числе и оборудование, машины коммунальных служб, которые встречается нам каждый день при уборке снега, подметании улиц или же при покосе травы.

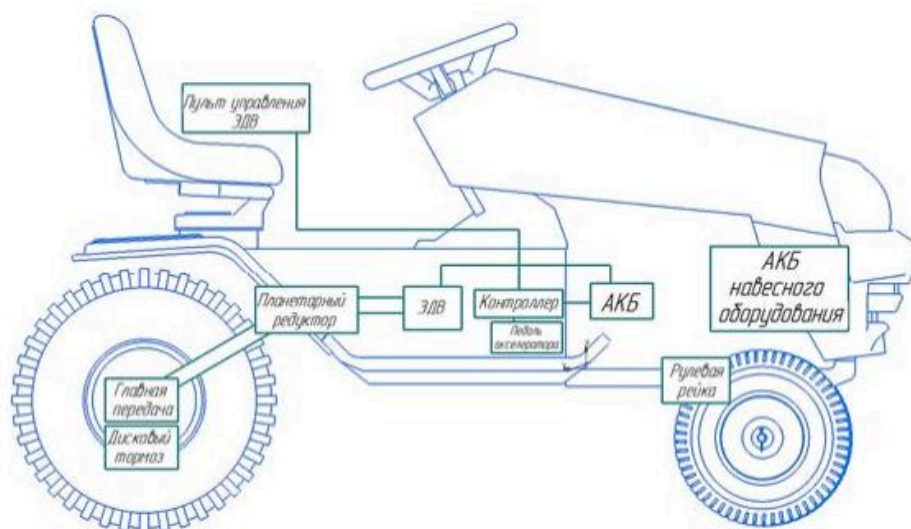
Коммунальные службы имеют колоссальное количество различных задач, требующих простых, экономичных и эффективных решений. Переход на использование оборудования на электротяге значительно уменьшило бы внутренние расходы организаций как на горюче-смазочные материалы, так и на технические ремонты и обслуживание [1].

В силу чего, с целью интенсификации развития тракторостроения, была предложена разработка электрического мини-трактора коммунального назначения. Который, в свою очередь, обладал бы всеми необходимыми тяговыми характеристиками и техническими возможностями, не уступая при этом своим бензиновым и дизельным аналогам.

Концепция разработки заключалась в следующем: создать компактный, электрический мини-трактор с возможностью подключения широкого спектра навесного оборудования, начиная от роторной щетки для уборки улиц и заканчивая роторно-фрезерным снегоуборщиком для скоростной уборки снега.

Разрабатываемый электрический мини-трактор позволит не только избавить организации от лишних расходов на горючее, но и сократить время и средства на обслуживание и ремонт. Помимо денежной составляющей, основным преимуществом является отсутствие коробки переключения передач, что значительно увеличивает комфорт и плавность управления, а также не требует от оператора высокой квалификации и навыков управления трак-

торами. Электрический мини-трактор коммунального назначения представлен на рисунке.



Электрический мини-трактор коммунального назначения

Как говорилось ранее, основной движущей силой в данном тракторе является электродвигатель (ЭДВ). В нашем случае используется BLDC мотор (бесколлекторный синхронный двигатель постоянного тока на постоянных магнитах), к слову, Tesla Model-3 работает на таких же типах моторов. Немало важными преимуществами таких моторов являются: высокий КПД, в момент стравливания мотор выдает 200 % мощности, компактность. Для правильной работы мотора от источника постоянного тока используется контроллер с векторным сигналом (осуществляется управление моментом на валу двигателя), именно такой тип контроллера позволит обеспечить максимальный крутящий момент при стравливании трактора. Контроллер в нашей конструкции выполняет 2 основные функции: обрабатывает сигнал, идущий от пульта управления и сигнал от педали акселератора. Пульт управления имеет три режима работы: прямое вращение, реверс, торможение. В зависимости от нажатой клавиши на пульте управления (прямое вращение или реверс), контроллер подает напряжение на одну из обмоток, заставляя вал электродвигателя вращаться в прямом или обратном направлениях, или же в случае нажатия клавиши «торможение» подает напряжение на две обмотки, вынуждая вал уравниваться и принудительно остановиться. Педаль акселератора, как и в случае с двигателями внутреннего сгорания, осуществляет управление крутящим моментом, обеспечивая плавное нарастание мощности. После формирования сигнала на блоке педали акселератора, он передается на контроллер, который обеспечивает заданное вращение вала электродвигателя [2].

Большим преимуществом применения электродвигателя в паре с контроллером и электронной педалью акселератора является отсутствие в конструкции коробки переключения передач, так как всю ее функцию выполняет контроллер, и, в зависимости от угла поворота педали акселератора, подает

на электродвигатель необходимое напряжение, тем самым, изменяя скорость движения трактора.

Несмотря на отсутствие коробки переключения передач, конструкция предусматривает наличие элементов трансмиссии таких как планетарный редуктор и главная передача. Редуктор планетарного типа был выбран из соображения компактности конструкции при обеспечении высокого передаточного отношения. Для увеличения передаточного отношения было принято решение конструктивно совместить два редуктора вместе, что позволило увеличить крутящий момент на выходе из редуктора в 8 раз.

Крутящий момент на выходе из электродвигателя через вал-шестерню передается на планетарный редуктор. Далее через карданный вал на главную передачу, где происходит увеличение крутящего момента в 4 раза. В нашем случае главную пару образуют ведущая гипоидная вал-шестерня и ведомое гипоидное колесо. На заключительном этапе, после прохождения дифференциала, вращение распределяется на левый и правый шарнир равных угловых скоростей и передается на колеса [3].

Торможение мини-трактора будет осуществляться дисковыми тормозными механизмами, установленными на заднем мосту. Данный тип тормозной системы позволит снизить металлоемкость, громоздкость конструкции и увеличить эффективность торможения [4].

Рулевое управление будет осуществляться механизмом «рейка-шестерня». Такой тип механизма позволит в дальнейшем рассмотреть концепцию установки сервопривода рулевой рейки в рамках проекта беспилотного мини-трактора коммунального назначения.

Применение в коммунальных службах электрических мини-тракторов обеспечит следующие преимущества, такие как безопасность, экологичность, экономичность, простота конструкции и ремонтпригодность, удобство и комфорт в эксплуатации.

Разработка и производство электрических мини-тракторов является перспективным направлением в области тракторостроения. В силу активной электрификации наземного транспорта во всем мире, электрические тракторы вскоре станут отличными кандидатами для замены традиционных дизельных моделей.

Литература

- [1] Волков В.С. *Основы расчета систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения*. Санкт-Петербург, Лань, 2022, 144 с.
- [2] Шарипов В.М. *Тракторы. Конструкция*. Москва, Машиностроение, 2012, 790 с.
- [3] Плахов С.А. *Конструкция наземных транспортно-технологических средств. Курсовой проект*. Калуга, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016, 20 с.
- [4] Плахов С.А., Дмитриева Т. Д. Стабилизация движения энергетических колесных модулей. *Современные автомобильные материалы и технологии» (САМИТ-2021). XIII Междунар. науч.-техн. конф.: сб. ст.* Курск, Юго-Западный государственный университет, 2021, с. 242–245.

Electric mini tractor for utility use

Kozlov V.A. vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Burkov E.R. burkov@kaluga.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article is devoted to the study of the design and principle of operation of an electric mini-tractor for municipal purposes. The paper considers the design and principle of operation of the proposed machine unit. The results of the scientific research allow us to conclude that the electric mini-tractor is highly energy efficient, environmentally friendly and economical, which can be useful for the orientation of utilities to use electric-powered equipment, as well as the further implementation of this project and its launch into production.

Keywords: tractor, mini-tractor, electricity, electric motor, gearbox, environmental friendliness, efficiency, transmission, design