

2. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification / S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke // Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. – Tampere: ACM, 2011. – С. 9-15.

3. Ryan R. M. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being / R. M. Ryan, E. L. Deci // American Psychologist. – 2000. – Т. 1, № 55. – С. 68-78.

4. Soares E. M. An Analysis of Gamification Elements for a Solving Proposal of Software Process Improvement Problems / E. M. Soares, S. Oliveira // International Conference on Software and Data Technologies . – Pará, 2022. – С. 242-296.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАКТОРОВ С ЭЛЕКТРОСИЛОВЫМ ПРИВОДОМ

Беляков Алексей Анатольевич, Духовник Алеся Александровна

инженер кафедры ЛМДуТЛП БГТУ, baa_333655140@mail.ru

аспирант БГТУ, alesya.duhovnik@mail.ru

Научный руководитель: Арико С.Е., канд. техн. наук, доцент кафедры ЛМДуТЛП

Низкий уровень механизации технологического процесса в теплицах является следствием невозможности использования тракторной техники больших габаритов, а также двигателей внутреннего сгорания, это обусловлено тем, что теплицы имеют ограниченное пространство и при непродолжительной работе тракторной техники с двигателем внутреннего сгорания уровень вредных веществ превышает допустимые значения, что негативно сказывается как на работниках, находящиеся в теплице, так и выращиваемом посадочном материале. В связи с этим актуальной задачей в лесных питомниках является обеспечение требуемых условий работы в закрытых теплицах лесопитомников [1]. Одним из путей решения данной проблемы является создания трактора с электросиловым приводом, при использовании которого исключается возможность выброса вредных веществ в атмосферу.

В настоящее время в автотракторостроении все больше распространение получает силовой привод установок мобильных машин на основе применения электродвигателей и гибридных силовых приводов. Производятся работы по применению таких устройств и в лесном машиностроении. На основе изучения конструкций транспортных средств и литературных источников [2] установлено, что силовыми компонентами трансмиссии электротрактора и объектами его управления являются: тяговые электродвигатели (их может быть 1, 2, 3 или по числу колёс), электродвигатель привода вала отбора мощности, электродвигатель привода вентилятора, электродвигатель привода насоса гидросистемы [3].

Трансмиссия тягового привода может быть реализована исходя из различных компоновочных решений. Так в конструкции электротрактора может

быть установлен один тяговый электродвигатель, соединённый с главной передачей ведущего моста. Такую компоновку имеют трактора ДЭТ (New Holland), мощностью 100 кВт и Беларус-3023 мощностью 200 кВт. В этом случае функцию коробки передач выполняет контроллер синусоидальной волны [4].

Два электродвигателя могут использоваться для обеспечения управления за счет изменения скорости вращения ведущих звездочек (колес) правого и левого борта гусеничного (колесного) трактора. Так же два электродвигателя могут быть соединены с главными передачами ведущих мостов полно приводного колёсного трактора, что позволит отключать один из электродвигателей, когда трактор находится в транспортном режиме, что снижает энергопотребление. Во время его использования в тяжелых эксплуатационных условиях, для повышения проходимости, подключается второй мост, благодаря чему происходит повышение проходимости и тяговых свойств.

При использовании трех электродвигателей, реализованы две компоновочные схемы. Первое техническое решение реализовано за счет привода задних колёс трактора двумя отдельными электродвигателями, а передние – одним, через главную передачу. При этом Fendt основан выпуск трактора Trisix Vario, где три электродвигателя соединены с главными передачами ведущих мостов полно приводного трехосного трактора [5]. Данная компоновка позволяет существенно повысить тягово-сцепные свойства техники в сравнении с ранее рассмотренным вариантам.

Существуют также компоновки, имеющие четыре электромотора, реализующие за счет индивидуального привода, «мотор-колесо» приводят в движение все ведущие колеса трактора. Данное решение в случае использования на гусеничном тракторе, позволяет обеспечить его управления за счет изменения скорости вращения ведущих звездочек индивидуального привода четырех гусениц, такое техническое решение реализовано у трактора Steiger Rowtrac (Case IH), [6] либо обеспечить полный привод шарнирно-сочлененного четырех гусеничного транспортного средства.

Следует отметить, что применение более чем одного тягового электродвигателя позволяет увеличить ряд технико-экономических показателей. Применение «мотор-колесо», в которых электродвигатель с выходным редуктором и тормозом помещают в ступицу колеса, позволяет увеличить мощность и устойчивость.

На основе приведенных выше конструктивных решений, изучения их недостатков и преимуществ было принято решение, что создание малогабаритного трактора с электросиловым приводом должно вестись на основе МТЗ-132 Н, электрическая трансмиссия тягового привода будет с одним электродвигателем, соединённой с главной передачей ведущего моста.

В таблице в виде сравнительной характеристики приведены основные технические характеристики для базового трактора и данные полученные для проектируемого варианта в процессе моделирования.

Технические характеристики базового трактора МТЗ 132Н и проектируемого лесохозяйственного трактора с электросиловым приводом

Наименование характеристики	Значения	
	МТЗ 132Н	проектируемый вариант
Модель двигателя	Gx390	HPM-10KW
Номинальная мощность двигателя, кВт	8,7– 9,6	8–20
Максимальный крутящий момент, Н·м	24	43–60
Число передач переднего/заднего хода	4/3	4/3
Масса трактора, кг		
– конструкционная	457	433
– эксплуатационная без балласта	462	438
– эксплуатационная с балластом	532	508
Колея, мм	600,700,840 (все ±30)	
Радиусы поворота при колее 700 мм, м	не более 2,5	
Продольная база, мм	1030±20	
Габаритные размеры, мм		
– длина (с навесной системой)	2500±20	2250±20
– ширина (при колее 840 мм)	1000	
– высота	2000±50	
Шины	6L-12	
Статический радиус шины, м	0,267	

Скорости движения
– минимальная
– максимальная
– минимальная
– максимальная

При разрыве кинематической цепи трансмиссии трактора с помощью формулы (рис. 1) учитывается предыдущее разделение двигателя внутреннего сгорания его крепление к корпусу передаточной энергии в коробке передач [7]. Особенностью предложенной конструкции является замена двигателя внутреннего сгорания на электродвигатель

Герб. прил. №

Оправ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

дата

ЭЖ 000 '000000

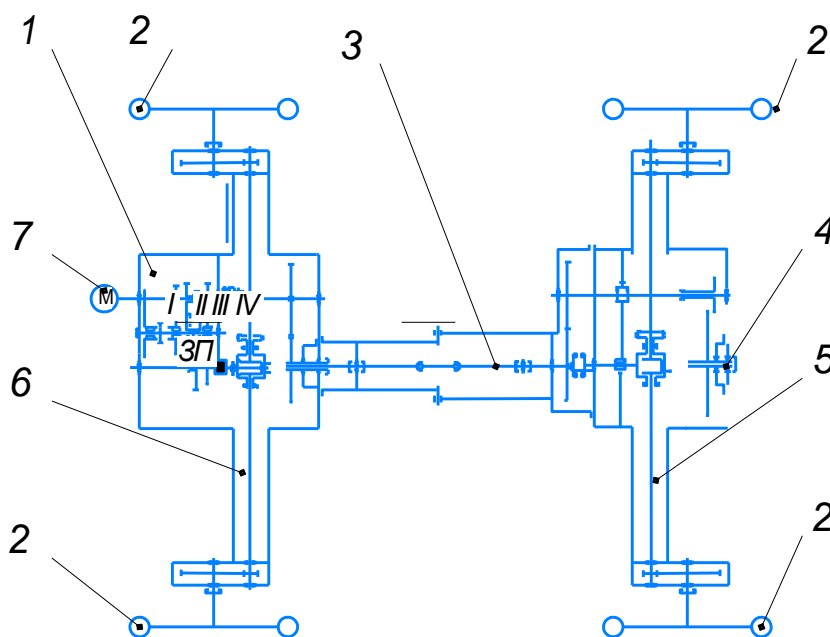


Рис. 1. Кинематическая схема электротрактора: 1 – коробка перемены передач; 2 – шина пневматическая; 3 – карданная передача; 4 – вал отбора мощности; 5 – задняя полуось; 6 – передняя полуось; 7 – электродвигатель

Кинематическая схема электротрактора включает следующие элементы: Передний ведущий мост с четырех ступенчатой коробкой передач, главной передачей с дифференциалом и бортовой передачей, задний ведущий мост, имеющий также главную и бортовую передачи и механизм подключения вала отбора мощности. Следует отметить, что синхронизация переднего и заднего ведущих валов осуществляется за счет пары шестерен, расположенных в переднем ведущем мосте, а привод заднего ведущего моста реализуется за счет карданной передачи. При том задний мост, как и в базовом тракторе, будет отключаемый.

Конструкция малогабаритного лесохозяйственного трактора с электросиловым приводом предусматривает кроме электродвигателя (рис. 2 а), установку контроллера синусоидальной волны (рис. 2 б), дросселя скорости (рис. 2 в), и Li-ion-батареи (рис. 2 г), при этом производится демонтаж топливной аппаратуры, двигателя внутреннего сгорания, что позволит снизить массу малогабаритного трактора на 24 кг, а продольные габаритные размеры на 250 мм [9].

Предложенная конструкция малогабаритного трактора с электросиловым приводом позволит повысить безопасность и экологичность условий труда в теплицах лесопитомников, сформировать полный технологический цикл выращивания посадочного материала при использовании одного базового электрифицированного трактора, увеличить выход посадочного материала с единицы площади теплицы. Так же благодаря валу отбора мощности и возможности установки различного навесного оборудования делает данный трактор еще универсальным техническим средством. Так же позволит автоматизировать процесс выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой.



а



б



в



г

Рис. 2. Новые компоненты электротрактора: а – электродвигатель; б – контроллер синусоидальной волны; в – дроссель скорости; г – Li-ion-батарея

Список литературы

1. Асмоловский М.К., Арико С.Е., Голякевич С.А. Механизация лесного хозяйства: учеб. пособие. – Минск: БГТУ, 2007. 256 с.
2. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных средств: учеб. пособие / Сафиуллин Р.Н., Афанасьев А.С., Сафиуллин Р.Р. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 314 с.
3. Лесотранспортные машины: учеб. пособие / под ред. Г. М. Анисимова. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 448 с.
4. Трактор+: трактор New Holland TD 5.110 технические характеристики, особенности устройства и цена. URL: <https://ltruck-service.ru/brend/new-holland-lb110.html> (дата обращения: 22.03.2023).
5. Агробаза: трактор трехосный (Trisix Vario). URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_35dba8b9-616a-4e17-aa5a-8b67168b3f8a (дата обращения: 22.03.2023).
6. Агробаза: трактор (Steiger QuadTrac). URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_0a4ecea7-3203-492f-a5ee-fbdc186b5d1 (дата обращения: 22.03.2023).
7. Валяжонков В.Д. Трансмиссии лесной автотракторной техники: учеб, пособие. – СПб.: СПбГЛТА, 2008. 172 с.
8. Голякевич С.А., Гороновский А.Р., Пищов С.Н. / Моделирование электросилового привода малогабаритного лесохозяйственного трактора // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск 31 января – 12 февраля 2022г. – Минск: БГТУ, 2022. С. 23 – 26.

ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Бешимов Эмир Нуритдинович

студент Высшей школы энергетики, нефти и газа, beshimov.e@edu.narfu.ru

Научный руководитель: Тиранов П.П, канд. техн. наук, доцент

Шламовый амбар – яма с размером около 50-100 метров, сооружаемая около буровых установок, предназначенная для сбора и захоронения отходов бурения таких, как: отработанные буровые растворы с примесью нефти или без неё, пробуренная и вынесенная горная порода из скважины, глины, вода и различные химические реагенты. В шламовом амбаре складировается около 500 м³ отходов бурения на каждую скважину.

Если должным образом не утилизировать отходы бурения, то это может продолжительное время оказывать пагубное влияние на почву, атмосферу, грунтовые и подземные воды, а также негативно отражаться на живых организмах. Органы природоохраны относят отходы бурения к IV-II классам опасности загрязняющих веществ, которые весьма неблагоприятны для окружающей среды (см. рисунок, таблицу).