

М.К. Асмоловский, доц., канд. техн. наук;  
С.П. Мохов, доц., канд. техн. наук;  
А.А. Беляков, зав. лабораторией  
(БГТУ, г. Минск)

## **СОЗДАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ТРАКТОРА С ЭЛЕКТРОСИЛОВЫМ ПРИВОДОМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПИТОМНИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

В настоящее время в лесных питомниках применяются технологии выращивания посадочного материала как в открытом грунте, так и в теплицах (ель европейская). Анализ технической оснащенности питомников показывает, что имеющаяся техника зачастую обладает избыточной производительностью, что приводит к избыточным эксплуатационным затратам [1]. Мини-тракторы (УРАЛЕЦ-224 и БЕЛАРУС-320) экономически целесообразно применять при годовом объеме работ, эквивалентном 60 га условной пашни и менее. При больших объемах целесообразно использовать сельскохозяйственные орудия при агрегатировании с универсально-пропашными тракторами.

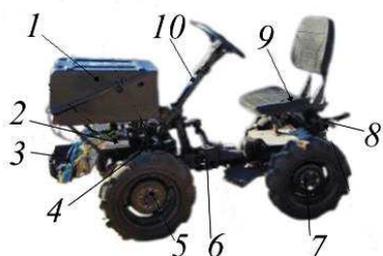
Площадь посевных отделений открытого грунта и теплиц в питомниках редко превышает 3 га. Поэтому одним из вариантов переоснащения лесных питомников в современных условиях является применение малогабаритных мобильных энергетических средств (ММЭС) или средств малой механизации (СММ). ММЭС имеют тяговое усилие до 4 кН (мощность двигателя 7–10 кВт) и им доступна обработка легких почв с однокорпусным плугом шириной захвата до 20 см и глубиной обработки до 18 см. Для заправки сидератов средствами малой механизации с тягой до 4 кН на глубину 5–10 см возможно использование также двухкорпусного плуга с шириной захвата до 50 см. Применение мотоблоков и минитракторов с фрезами в рамках стандартного технологического процесса выращивания посадочного материала в лесных питомниках изучено слабо и на практике отсутствуют такие данные.

Таким образом, оценка потребной энерговооруженности ММЭС показала, что для охвата всего технологического процесса выращивания посадочного материала необходимы тракторы тяговым классом 0.4–0.6, с мощностью 18–23 кВт, что соответствует тракторам Т-25, Т-30, «БЕЛАРУС» серий 300-600. Исследованиями также установлено, что для выполнения операций, не требующих значительной энерговооруженности тягового средства, например, при высеве семян, предлагаются различные варианты применения и минитракторов, а для дальнейшей модернизации - мини-трактор «БЕЛАРУС-132» с

электросиловым приводом.

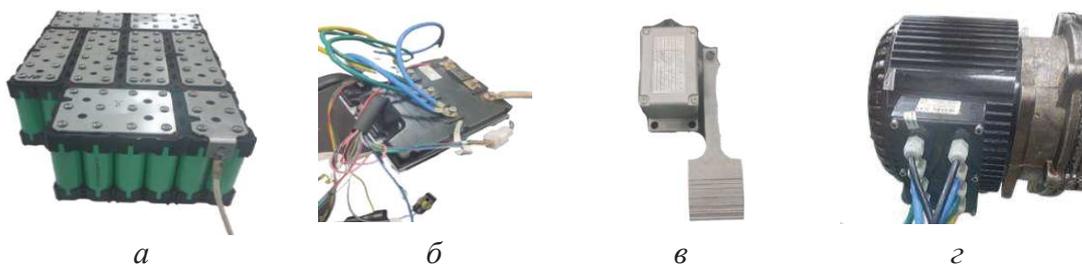
При этом необходимо учитывать габаритные характеристики, например, ширину колеи трактора и др., что наглядно продемонстрировано в работе [2], где акцент расставлен в отношении посева семян сеялками Эгедаль, мод. 83, когда необходимо уточнять данные по схемам высева семян хвойных пород в связи с вносимыми конструктивными и технологическими изменениями в составе агрегата.

Малогабаритный трактор с электросиловым приводом представляет собой модернизированную конструкцию базового шасси БЕЛАРУС 132 Н, где в качестве базовых агрегатов использовались передний и задний мосты, а также рулевое управление, рис. 1.



**Рисунок 1 – Малогабаритный лесохозяйственный трактор с электросиловым приводом:**  
**1 – отсек для аккумуляторов; 2 – контроллер;**  
**3 – электродвигатель; 4 – коробка передач;**  
**5, 7 – колеса; 6 – карданная передача;**  
**8 – навесное устройство; 9 – сиденье;**  
**10 – рулевое колесо**

На базовом шасси дополнительно были установлены литий-ионные батареи (рис. 2 а), контроллер (рис. 2 б), педаль акселератора (рис. 2 в) и электродвигатель (рис. 2 г).



**Рисунок 2 – Основные элементы экспериментального образца малогабаритного лесохозяйственного трактора с электросиловым приводом:**  
**а - литий-ионные батареи; б – контроллер; в - педаль акселератора;**  
**г – бесколлекторный электродвигатель**

С целью соединения электродвигателя с трансмиссией, разработан и установлен переходной фланец с прокладкой, который обеспечивает герметичное соединение электродвигателя с входным валом коробки передач.

На верхней части основания размещен отсек для аккумуляторов, а во внутренней полости установлен контроллер, такое расположение защищает контроллер от прямого воздействия влаги. Отсек для аккумуля-

муляторов защищен от прямого попадания солнечных лучей и осадков, что снижает вероятность перегрева батареи, а также обеспечивает электробезопасность работы. Педаль акселератора устанавливается на штатное место педали газа серийного трактора БЕЛАРУС 132 Н.

Движение трактора осуществляется от BLDC (Brushless DC electric motor) или бесколлекторного электродвигателя постоянного тока, который передает крутящий момент на коробку перемены передач, которая в свою очередь соединена с главной передачей. Далее крутящий момент через полуось и бортовую передачу передается на переднюю ось. Привод на заднюю ось передается от коробки перемены передач через согласующую пару шестерен, карданную передачу, главную и бортовую передачу. Необходимый для привода вала отбора мощности крутящий момент передается от главного вала заднего моста через две пары шестерен, одна из которых имеет постоянное зацепление, а вторая позволяет включать и отключать вал отбора мощности.

Для привода трактора разработана общая электрическая схема, включающая элементы управления в составе дросселя скорости, педали тормоза, реверса, круиз контроля, контроллера синусоидальной волны, а также датчиков температуры и холла - для контроля состояния и положения. Для управления скоростью движения использован дроссель скорости, который выполнен в виде педали акселератора (датчик холла), корпус которого пыле- и влагозащищен. С его помощью регулируется скорость вращения и, соответственно скорость движения трактора.

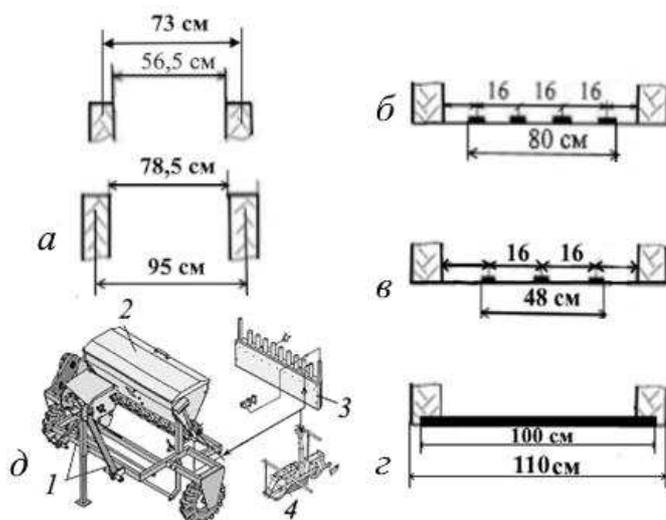
Тяговые испытания подтвердили, что максимальное тяговое усилие трактора при плавном трогании с места на сухом асфальтобетонном покрытии составляет около 4,5 кН. Размер колеи мини трактора: по передним колесам – 730 мм, по задним колесам – 950 мм. Наименьший радиус поворота при минимальном размере колеи 2,5 м. База трактора 1125 мм. Максимальная глубина брода, 0,25 м. Шины (первое исполнение): передние – 210/75R13, задние колеса 210/75R13. Шины (второе исполнение): передние 6.5L-12; задние колеса 6.5L-12.

Экспериментальные и расчетные данные показывают, что по тяговым возможностям данный трактор может агрегатироваться с однокорпусным плугом при работе на среднетяжелых ( $K_n = 0,9 \text{ кг/см}^2$ ) и на тяжелых почвах ( $K_n = 1,2 \text{ кг/см}^2$ ). Для вспашки средних по тяжести почвах ( $K_n = 0,6 \text{ кг/см}^2$ ) может использоваться двухкорпусный плуг с глубиной обработки до 15 см.

С учетом технических данных трактора возможные схемы посева семян проектируемого мини трактора в составе агрегата с сеялкой

Эгедаль представлены на рис. 3.

При посеве мини трактор с сеялкой представляет собой прицепной агрегат, и тяговое сопротивление представляет собой сумму сопротивлений сошников и сил сопротивления качения сеялки.



**Рисунок 3 – Схемы высева сеялкой «EGEDAL», модель 83 с мини трактором:**  
*а* – размеры колес мини трактора; *б* - посев четырех строчек в ленте, *в* - трех строчный посев; *г* – при сплошном высева на ленте; *д* - схема сеялки; *1* – навеска сеялки; *2* – бункер для семян; *3* – приставка для сплошного высева на ленте; *4* – высевающая секция для строчного посева

При посеве тяговое сопротивление сеялки Эгедаль на свежевспаханной легких и среднетяжелых почвах не превышает номинального значения силы тяги на крюке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка целесообразности применения мотоблоков и мини-тракторов для механизации работ в лесных питомниках / М. А. Никулин, В. А. Иванников, С. С. Самойленков, М. К. Асмоловский // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 3 (51). – С. 143–163. – Библиогр.: с. 157–163.

2. Конструктивные и технологические особенности посева семян хвойных пород в открытый грунт / Асмоловский М.К., Ярошук М.В. // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 2 (222). С. 104-108.