

изводственные простои и повысить уровень загрузки трактора, до 90% по времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С.П. Мохов, и [др.] // Труды БГТУ. Лесная и деревообработ. пром-сть. – 2012. – № 2. – С. 18–20.
2. Голякевич С. А., Пищов С. Н. Информационные технологии в лесном комплексе. Минск: БГТУ, 2018. 123 с.
3. Голякевич С. А., Гороновский А. Р., Мохов С. П. Методика оценки технических характеристик форвардеров на стадии проектирования // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184). С. 15–19.
4. Голякевич С. А. Результаты имитационного моделирования работы гидравлической системы форвардера в MatLab / Simulink / Simscape / С. А. Голякевич, А. Р. Гороновский, С. П. Мохов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 126–131.

УДК 630\*36

Студ. Лисовский А. Е., студ. Карсюк Р. А.,  
студ. Круглень П.В., студ. Круглень Н.В.  
Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.А. Голякевич  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЕПЛИЦАХ ЛЕСОПИТОМНИКОВ**

Применяемая в настоящее время технология выращивания посадочного материала, в том числе в защищенном грунте (обработка почвы и т.д.) в основном базируются на применении тракторов класса тяги 6 кН (МТЗ-320.4) [1], и заключается в том, что непосредственно перед посевом осуществляется фрезерование субстрата с нарезкой посевных лент. Посев проводится сеялкой «Эгедаль». Семена высеваются вразброс, норма высева составляет 78 кг/га, глубина заделки – 0,5 см. После этого посева прикатывают катком и мульчируют торфом слоем 1,0–1,5 см. Все виды подкормок проводятся трактором агрегируемым с культиватором ГС «Эгедаль». Однако к существенным недостаткам применения тракторов высокого тягового класса являются значительные габариты агрегатов, сформированных на его базе и

значительный выброс остаточных газов, что позволяет использовать их только при работе на открытом грунте.

Ограниченное пространство теплицы не позволяет использовать трактора общего назначения, а использование малогабаритных тракторов с дизельным двигателем приводит к значительному загрязнению продуктами сгорания закрытого пространства теплицы, задымлению и созданию неприемлемых для работы людей условий. Поэтому большинство проводимых работ приходится выполнять вручную, что актуализирует разработку научных подходов, необходимость обоснования технологий и машин для комплексной механизации тепличного хозяйства лесопитомников.

Существует несколько возможностей обеспечения требуемых условий работы в закрытых теплицах лесопитомников. Это разработка систем удаленного управления тракторами по средствам STS-каналов беспроводной связи [2], при которой оператор может находиться вне теплицы и получать информации с камер, установленных на тракторе, либо создание малогабаритного трактора с электросиловым приводом, при использовании которого исключается возможность выброса вредных веществ в атмосферу.

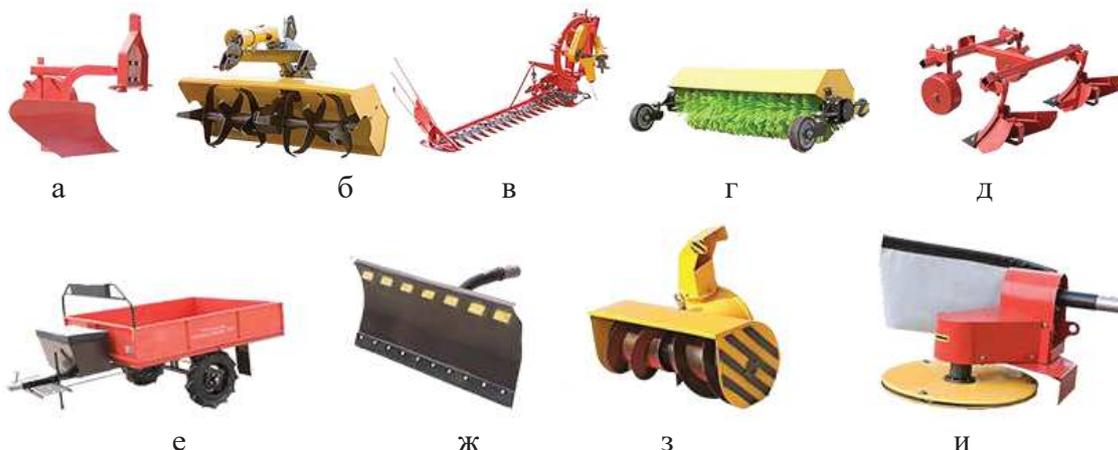
Использование тракторов с электротрансмиссией представляется наиболее предпочтительным [3], т.к. обеспечивается непосредственное присутствие человека в месте проведения работы, что позволяет оперативно вносить изменения в процесс работы машины при возникновении производственной необходимости. Базой для таких малогабаритных тракторов могут стать уже существующие образцы с дизельным двигателем. Их производство в Республике Беларусь налажено на ОАО «Сморгонский агрегатный завод». Наиболее предпочтительным для этого является трактор Беларусь-152 (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Теплица лесопитомника (вид внутри) и малогабаритный трактор Беларусь–152 ОАО «Сморгонский агрегатный завод»**

Помимо малых габаритов, трактор с электросиловым приводом должен иметь возможность агрегатироваться с большинством существующего и перспективного технологического оборудования, предназначенного для работы в лесопитомниках. В настоящее время ОАО «Сморгонский агрегатный завод» выпускает широкую номенклатуру навесных и прицепных, активных и пассивных рабочих органов для

малогабаритного трактора «Беларус 152»: (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Навесное и прицепное оборудование для малогабаритных тракторов, выпускаемое на ОАО «Сморгонский агрегатный завод»:**  
**а – плуг универсальный б – фреза почвенная; в – косилка малогабаритная;**  
**г – коммунальные щетки; д – универсальный окучник; е – прицеп;**  
**ж – отвал навесной; з – снегоочиститель; и – косилка роторная**

Вне зависимости от выбранного направления создания трактора (дистанционно- управляемый или с электротягой) существует возможность последующей автоматизации процесса движения трактора на основе использования управляющих компьютерных программ. При этом зона работы трактора может ограничиваться сенсорными вешками, выставленными по контуру обрабатываемого участка, либо координатами GPS/ГЛОНАСС. В первом случае достигается наибольшая точность позиционирования трактора, во втором – возможна наиболее простая реализация движения.

Создание тракторов с электросиловым приводом требует глубокого анализа мер обеспечения безопасности и комфорта оператора и использования большого количества актуальных и перспективных технологий, которые ранее не применялись на лесохозяйственной технике. Разработка таких машин является важной научно-практической задачей, которая ранее не решалась в отечественном лесном машиностроении. Использование в конструкциях машин ряда новых технических решений требует разработки математических моделей и компьютерных программ для оценки тяговых свойств и обеспечения рациональной энергонасыщенности, анализа режимов технологического нагружения, моделирования работы привода, оценки параметров производительности и экономичности с их последующим анализом. Кроме теоретического обоснования требуются практические испытания электросиловых установок и их отдельных узлов в лабораторных, полигонных и типичных эксплуатационных условиях.

На начальном этапе создания малогабаритного трактора с электросиловым приводом необходимо осуществить оценку его тяговых, сцепных свойств и запаса хода при работе с: почвенными фрезами и прицепами. В дальнейшем номенклатура используемого оборудования может расширяться. К примеру, перспективным вариантом модернизации щеточного коммунального оборудования является применение вместо щеточных наборных элементов специальных дисков с заданным расстоянием между ними для нарезки посевных лент.

Возможности агрегатирования с широкой линейкой существующего и перспективного оборудования позволят такому трактору быть задействованным круглогодично не только для обслуживания теплично-го хозяйства, но и при работе в лесопитомниках на открытом грунте.

Разработка трактора с электросиловой трансмиссией также может стать перспективной научно-технической основой для создания полногабаритных тракторов с электросиловым приводом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ тенденций развития конструкций многооперационных лесозаготовительных машин / С.П. Мохов, и [др.] // Труды БГТУ. Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2012. – № 2. – С. 18–20.

2. ТКП 575-2015/ПР1. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь. Введ 15.12.2015. Минск: М-во лесного х-ва Респ. Беларусь, 2015 60 с.

3. Голякевич С. А., Пищов С. Н. Информационные технологии в лесном комплексе. Минск: БГТУ, 2018. 123 с.

УДК 621.355

Студ. А.А. Беляков, студ. А.И. Дубовиков, студ. Н.В. Галах  
Науч. рук. канд. тех. наук., доц. С.Е. Арико  
(кафедра лесных машин, дорог  
и технологий лесопромышленного производства, БГТУ)

#### **СПОСОБЫ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Зарядка аккумуляторных батарей оказывает существенное влияние на ее ресурс и эксплуатационные качества.

Существует 3 основных способа зарядки аккумулятора: автоматический, постоянным током (I) и постоянным напряжением (U). Они отличаются длительностью и эффективностью. Несмотря на соответствующие названия, при отсутствии систем автоматического контроля необходимо контролировать оба параметра заряда (U, I). Время от времени следует проверять уровень заряда и температуру батареи.