

## **ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАЛОГАБАРИТНОГО ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

*Кузнецов Михаил Алексеевич, студент 3 курса института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, Mikhail.alekseich@gmail.com*

*Научный руководитель – Федоткин Роман Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, fedotkin@rgau-msha.ru*

***Аннотация.** Представлены наработки по созданию малогабаритного транспортно-технологического средства с электромеханическим приводом на базе трицикла для перспективной технологии предпосевной обработки почвы шнекороторным рабочим органом в части реализации 4-х колесной компоновки с модернизацией ходовой системы и рулевого управления, а также обоснованием параметров электромеханического привода.*

***Ключевые слова:** тягово-сцепные свойства, транспортно-технологическое средство, ходовая система, рулевое управление, электромеханический привод.*

В АПК сформировался устойчивый дефицит тракторной техники и сельскохозяйственного транспорта, который необходимо восполнять конкурентоспособными машинами. Кроме того, развитие малых хозяйств: крестьянско-фермерских, тепличных и пр. требует создания специализированных транспортно-технологических средств (ТТС), способных выполнять технологические операции в ограниченном пространстве [1-3]. Они должны соответствовать требованиям энергоэффективности и экологической безопасности в части минимизации вредных выбросов ДВС и уплотняющего воздействия движителей на почву.

В рамках совместного проекта России и Индии разрабатывается специализированное ТТС для работы в хозяйствах площадью до 2 га. В качестве базовой машины для создания перспективного ТТС используется электрический трицикл [2, 3]. Базовый и перспективный вариант ТТС представлен на рис. 1. Основное отличие состоит в использовании шнекороторного рабочего органа для обработки почвы, а также в реализации 4-х колесной компоновки. В перспективе предполагается на той же базе установить посевное оборудование и др. оборудование.

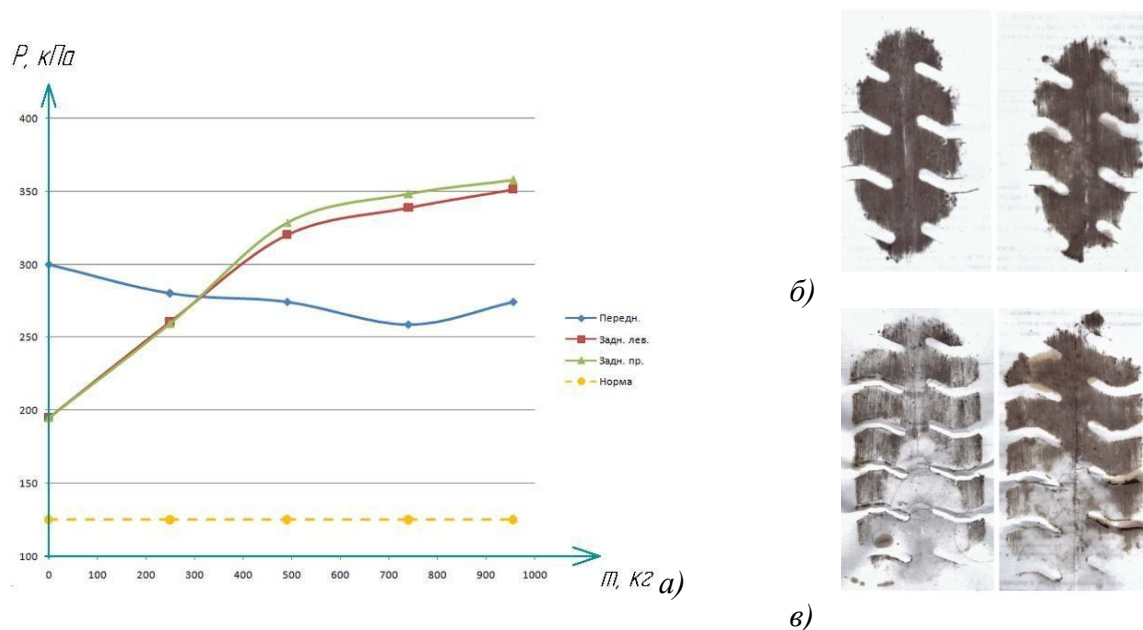
Необходимость модернизации базовой машины определена результатами экспериментальных исследований, в том числе по оценке давления движителей на почву при различной массе груза (рис. 2) [2, 3].



**Рисунок 1 – ТТС с электромеханическим приводом:**

*a* – базовая машина;

*б* – перспективное ТТС в сборе со шнекороторным рабочим органом



**Рисунок 2 – Исследования уплотняющего воздействия на почву базовой машины:**

*a* – зависимость давления на почву от массы груза на задние колеса;

*б* – пятна контакта шин переднего и задних колес без груза;

*в* – пятна контакта шин задних колес с грузом

Давление задних колес на почву без нагрузки составляет около 200 кПа. Это превышает допустимые нормы 80-120 кПа. Это говорит о необходимости снижения массы машины и увеличения площади контактной поверхности. По первому аспекту снижена металлоемкость несущей системы с обеспечением ее равнопрочности. В части увеличения контактной поверхности предложены варианты компоновки передней ходовой системы ТТС с подвеской и его рулевого управления (рис. 3). Во

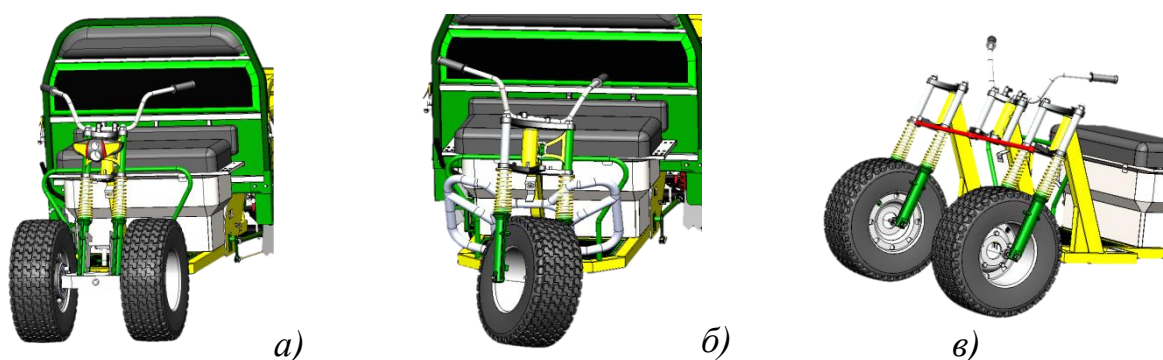
всех случаях предусматривается замена штатных шин на широкопрофильные типоразмера 24x12-12.

Оптимальным вариантом конструкции является типовая двухрычажная подвеска и рулевое управление на основе системы тяг.

Для реализации альтернативной энергоустановки взамен ДВС на основе уравнения мощностного баланса рассчитана потребная мощность электродвигателя из условия обеспечения максимальной скорости с учетом сопротивления движению и тягового сопротивления.

$$N_d = \frac{V_{max}}{\eta_{тр}} \cdot (P_{\psi} + P_{тс}) = 29 \text{ кВт} \quad (1)$$

где  $V_{max}$  – макс. скорость,  $\eta_{тр}$  – коэфф. трения,  $P_{тс}$  – тяговое сопротивление.



**Рисунок 3 – Варианты конструктивного исполнения передней ходовой системы ТТС:**

*а* – мотоциклетная стойка с качающейся осью колес;

*б* – переднее управляемое колесо с мотоциклетной стойкой;

*в* – спаренные мотоциклетные стойки, связанные рулевой трапецией

Учитывая перегрузочную способность электродвигателя, потребная мощность должна составлять не менее 22 кВт.

Тяговые аккумуляторы гелевого типа обеспечивают время непрерывной работы базовой машины 2-3 ч в транспортном режиме [4]. Потребную емкость батарей для преодоления тягового сопротивления определили с учетом следующих условий: площадь поля – 2 га; ширина захвата – 1 м; средняя скорость ТТС – 7 км/ч; междурядье – 0,4 м; пройденный путь – 14 км при длине гона 140 м. Необходимое время непрерывной работы ТТС составит 2 ч. Емкость аккумуляторных батарей должна составлять около 57 кВт/ч. При напряжении 72 В коммерческих батарей Lifero4 типа оптимальна энергоустановка из двух батарей, включенных последовательно. Емкость составит 400 А/ч при 144 В.

### **Библиографический список**

1. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – Москва : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

2. Parameters of the electric drive of a cargo electric vehicle for breeding and seed production / A. S. Dorokhov, R. S. Fedotkin, V. A. Kryuchkov, K. Dmitriev // International Conference on Remote Sensing of the Earth: Geoinformatics, Cartography, Ecology, and Agriculture (RSE 2022) : Conference Proceedings, Dushanbe, 19–21 апреля 2022 года. Vol. 12296. – Dushanbe: SPIE, 2022. – P. 122960.

3. Обоснование параметров конструкции малогабаритного грузового электрического транспортного средства для селекции и семеноводства / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков [и др.] // Транспортное дело России. – 2024. – № 2. – С. 115-119.

4. Экспериментальные исследования функциональных характеристик тяговых аккумуляторов гелевого типа / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Т. В. Меркелова // Наука в центральной России. – 2023. – № 5(65). – С. 36-45.

*Работа выполнена за счет средств Государственной программы "Научно-технологическое развитие Российской Федерации", Мероприятия 4.3.2. Проведение исследований в рамках международного многостороннего и двустороннего сотрудничества, в том числе в рамках Европейского союза (соглашение 075-15-2023-467).*