

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента, Сиротина Павла Владимировича на диссертационную работу Дегтярева Никиты Ивановича на тему «Обоснование параметров и режимов работы тяговых гусеничных модулей для колесного сельскохозяйственного трактора класса 1,4», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Актуальность темы диссертационных исследований

Одним из приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса (АПК) является повышение экологической безопасности в части снижения негативного воздействия машин и оборудования на среду и обеспечивающий персонал. Тема диссертационной работы посвящена решению одной из наиболее значимых задач современного сельскохозяйственного производства – снижению техногенного воздействия ходовых систем мобильных энергетических средств на почву при одновременном повышении их тягово-сцепных свойств. В условиях роста массы и мощности тракторов, а также ужесточения требований к их экологическим показателям проблема переуплотнения почвы движителями имеет особую важность. По поручению Президента России в настоящее время разработан и направлен на рассмотрение федеральными органами комплексный план мероприятий по охране земель от опустынивания, который будет реализован на территории Южного федерального и Северо-Кавказского федерального округов, где до 80% территорий подвержены этим процессам.

В связи с вышеизложенным, тема рассматриваемой диссертации, поставленная цель и определенные задачи являются актуальными, носят инновационный характер, позволяющий достичь новый качественный уровень экологической безопасности, соответствующий современным условиям ведения эффективного и экологически безопасного сельскохозяйственного производства.

Обоснованность, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и обоснованность научных положений работы, полученных результатов, выводов и рекомендаций обусловлено применением научно обоснованных методов построения и проверки моделей, анализом теоретических и экспериментальных исследований, широким использованием литературных источников по выбранной теме диссертации, глубоким анализом иностранных публикаций в выбранной области исследования, применением апробированных методик и средств обработки информации, а также использованием общепринятого в инженерной практике программного обеспечения.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в:

- новом конструкторско-технологическом облике тяговых гусеничных модулей с изменяемой площадью опорной поверхности;
- новом принципе управления тягово- сцепные свойствами трактора за счет изменения фрикционных свойств движителя;
- закономерностях кинематических параметров и функциональных свойств тракторов с модулем гусеничного движителя.

Полученные результаты научных исследований позволили автору сформулировать шесть основных выводов.

В первом выводе определено, что в отличии от сдваивания и страивания колес, применение арочных шин, шин сверхнизкого давления и систем регулирования давления воздуха в шинах более перспективным конструкторским решением является применение гусеничных модулей, что позволит снизить давление техники на почву до допустимых величин. Вывод достоверен и закрывает первую задачу.

Во втором выводе отражены результаты расчетов, обосновывающие достижение удельного давления на почву до 50–60 кПа и повышение тягово-сцепные свойства трактора с гусеничными движителями при сопоставимых осевых нагрузках. Вывод достоверен и закрывает вторую задачу.

В третьем выводе отражены технические характеристики разработанных гусеничных модулей с изменяющейся длиной опорной ветви от 1,0 до 1,5 м и механизмом изменения площади контакта гусениц с опорной поверхностью. Вывод достоверен и закрывает третью задачу.

В четвертом выводе представлены основные этапы программы-методики испытаний для проверки работоспособности гусеничных модулей, приведено описание условий обеспечения воспроизводимых измерений и требования к монтажу гусеничных модулей на трактор «Беларус 82.1». Вывод достоверен и закрывает четвертую задачу.

В пятом выводе отражена количественная оценка параметров буксования, повышения реализуемого тягового усилия и перехода базовой машины в более высокий тяговый класс. Вывод достоверен и закрывает пятую задачу.

Шестой вывод определяет размер экономической оценки разработанных технических решений в соответствии с ГОСТ 34393–2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки». Вывод достоверен и закрывает шестую задачу.

Изложенные соискателем научные и практические рекомендации, положения и выводы являются новыми и полностью вытекают из содержания диссертационной работы, они аргументированы и подтверждаются большим объемом теоретических, экспериментальных и производственных данных полученных на основе использования современных методов исследования.

Научная ценность выполненной работы заключается в разработке:

- конструкции и методики расчета конструкции тяговых гусеничных модулей;

- принципа управления тягово- сцепными свойствами трактора за счет изменения фрикционных свойств двигателя;
- принципов управления кинематическими параметрами и функциональными свойствами тяговых гусеничных модулей.

Практическая ценность работы заключается в разработке методики проектирования и расчете тяговых гусеничных модулей для колесного сельскохозяйственного трактора класса 1,4. Предлагаемый комплекс технических решений обеспечивает возможность формирования машин переменного тягового класса 1,4–2,0 с повышением их навесоспособности и агрегатируемости.

Разработанные принципы и методика расчета конструкции гусеничных модулей использованы в практической деятельности ООО «Технологии внедорожного движения».

Оценка содержательной части диссертационной работы

Диссертационная работа представлена в рукописи на 152 страницах и включает: титульный лист, содержание, введение, главы 1–5, заключение, список литературы, приложения общим объемом 13 страниц. Работа содержит 60 рисунков и 26 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследования, описана научная новизна и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту, данные об апробации и публикациях.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» выполнен аналитический обзор влияния ходовых систем тракторов на переуплотнение почвы, рассмотрены основные общепринятые способы снижения удельного давления на почву, такие как сдвигание и страивание колес, применение шин сверхнизкого давления, системы регулирования давления воздуха в шинах. Основное внимание уделено зарубежному опыту применения тяговых гусеничных модулей. По результатам обзора корректно сформулированы выводы и задачи проводимого исследования.

Вторая глава «Расчётно-аналитическое обоснование параметров и режимов работы ТГМ для колесного трактора тягового класса 1,4» включает решения по общей компоновке ходовой системы с учетом реальных габаритных ограничений, полученных проведением оцифровки подкрыльного пространства и бортовых редукторов. В главе определены требуемые параметры площади пятна контакта с опорной поверхностью, а также предъявлены требования к его линейным параметрам. Обосновано комбинированное гусеничное зацепление ведущего колеса с резиноармированной гусеницей, предложен диапазон начальных диаметров окружностей ведущих колес 834...932 мм. Разработаны элементы системы микроподрессоривания опорных катков и балансирных кареток, гидрофицированная система натяжения гусениц, входящая в систему регулирования площади контакта с опорной поверхностью, а также элементы

стабилизации тангенциальной устойчивости машины. Разработанная система регулирования площади контакта с опорной поверхностью за счет полученных в результате теоретических исследований геометрических свойств обеспечивает изменение длины опорной ветви гусеницы до 1,5 м и соответствующее обратно пропорциональное снижение давления на почву, что подтверждается расчетами. Проведены расчеты прочности и разработаны электронные модели узлов.

В третьей главе «Экспериментальные исследования» приведено описание лабораторного оборудования, используемого для оценки силовых параметров трактора оснащенного гусеничным модулем. Приведено описание разработанного и изготовленного программно-аппаратного комплекса для измерения скоростных свойств трактора. Приведена характеристика объекта исследования. Описан этап подготовки к полевым испытаниям, в рамках которого проведен монтаж гусеничных модулей на трактор «Беларус-82.1» и выполнены пусконаладочные работы. Представлена программа-методика оценки функциональных качеств опытного образца гусеничного модуля в составе трактора класса 1,4, которая включает: выбор испытательной площадки; замеры параметров ходовых свойств на малых скоростях; измерение минимального радиуса поворота; определение диапазона реальных поступательных скоростей; сравнительную оценку тягового усилия трактора класса 1,4 со штатными колесами и с установленными гусеничными модулями.

В четвертой главе «Обработка и интерпретация результатов экспериментов» автором в соответствии с третьей главой представлены результаты экспериментальных исследований функциональных свойств гусеничных модулей. Отражены результаты обработки и интерпретации результатов экспериментов. Показано, что установка тяговых модулей влияет на скоростные свойства. Скорости движения снижаются примерно на 42–43% относительно колесной конфигурации. При этом показана возможность сохранения рабочего диапазона скоростей за счет пропорционального смещения передаточного ряда, что соответствует скоростям движения базового колесного варианта от 3 до 8,6 км/ч. Полученные данные по тягово-сцепным свойствам показывают, что предельное тяговое усилие трактора со штатными колесами составило в среднем 15,37 кН (1,567 тс), а с установленными ТГМ – 26,26 кН (2,676 тс). Это подтверждает переход машины в более высокий тяговый класс в соответствии с ГОСТ 27021-86 «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы».

В пятой главе «Оценка экономической эффективности разработанных решений» представлен экономический расчет, выполненный в соответствии с ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки». Показано, что при стоимости ТГМ 4,5 млн руб. и предотвращаемом недоборе урожая 0,15 т/га итоговый экономический эффект составляет порядка 1,432 млн руб./год на 1000 га, а срок окупаемости — около 3,14 года. Сделан вывод о перспективе сокращения срока окупаемости при переходе к серийному изготовлению ТГМ.

Заключение диссертационной включает шесть пунктов, соответствующих поставленным задачи.

Список литературы оформлен в соответствии требованиям, включает 104 источников, из которых 28 на иностранном языке. Список литературы включает учебники, диссертации, статьи, патенты и электронные ресурсы.

В *приложении* на 13 страницах представлены: фото материалы оригинальных деталей для разработанных гусеничных модулей; скан- копии патентов на результаты интеллектуальной деятельности; скан-копия акта внедрения результатов диссертационного исследования в процессы научных исследований и разработок в ООО «Технологии внедорожного движения»; рабочий код программы по автоматическому профилированию контура зуба ведущего колеса; скан-копия дипломов, подтверждающих участие в профильных конкурсах и выставках.

Работа обладает основными квалификационными признаками, однако следует выделить следующие *замечания*:

1. В цели диссертационной работы не отражены улучшаемые функциональные свойства колесных тракторов.

2. Для достижения цели следовало объединить первые две задачи, предполагающие проведение анализа и обоснование целесообразности создания технических средств снижения уплотняющего воздействия трактора.

3. Недостаточно применены методы функционально- структурного проектирования, что обеспечило бы формирование комплекса требований по обеспечению проходимости, маневренности, плавности хода, топливной экономичности и надежности трактора с тяговым гусеничным модулем.

4. Недостаточно применены методы математического и имитационного моделирования для исследования режимов и условий эксплуатации тракторов с тяговыми гусеничными модулями.

5. В конструкции разработанных тяговых гусеничных модулей предусмотрены элементы системы подрессоривания. При этом не показана их количественная эффективность.

6. Отсутствуют прямые измерения удельного давления на грунт, глубины колеи или изменения плотности почвы.

7. Не приведены модели и метрологические характеристики средств измерений для регистрации тягового усилия, скоростей и параметров буксования, а также не указано программное обеспечение, использовавшееся для сбора и обработки данных.

8. Четко не определены критерии оценки функциональной работоспособности тяговых гусеничных модулей. Это затрудняет интерпретацию результатов и их сравнение с данными других исследователей.

9. Проведен сравнительный анализ не полных затрат, а приростных затрат, связанных с переходом на тяговые гусеничные модули. Расходы на ремонт и технического обслуживание не гусеничных модулей не учтены. Амортизация учтена только на дополнительно приобретенное оборудование.

10. Установка тяговых гусеничных модулей снижает скорости на всех передачах примерно на 57–59%. В транспортных режимах максимальная скорость снижается до 44% из-за чего в транспортном режиме возрастут издержки, величину которых следовало бы рассчитать.

Выделенные замечания не ослабляют научно-методических основ работы и не снижают общей положительной оценки диссертации.

Соответствие автореферата содержанию диссертационной работы и подтверждение публикаций

В диссертации присутствуют материалы, опубликованные автором в печатных работах. По результатам исследований были подготовлены доклады, которые обсуждены на научно-практических семинарах и всероссийских конкурсах студентов и аспирантов. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе две в изданиях, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и кандидата наук», одной статьи в МБД *Scopus*. Конструкторские решения реализовано в одном патенте на изобретение.

Автореферат представлен на 26 страницах и включает общую характеристику работы, содержание работы, заключение и список публикаций по теме диссертационной работы. Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Дегтярева Никиты Ивановича «Обоснование параметров и режимов работы тяговых гусеничных модулей для колесного сельскохозяйственного трактора класса 1,4» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки для сельскохозяйственных самоходных машин, имеющих существенное значение для развитие страны.

Считаю, что работа соответствует паспорту научной специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, в частности направлениям исследований: 5 - мобильные и стационарные энергетические средства, машины, агрегаты, рабочие органы и исполнительные механизмы; 6 - методы и средства оптимизации технологий, параметров и режимов работы машин и оборудования; 9 - методы, средства

исследований и испытаний машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса; 10- методы, технологии и технические средства обеспечения экологической безопасности, переработки и утилизации отходов сельскохозяйственного производства, эколого-реабилитационные процессы и технологии; 11- эргономика, безопасность технологий, технических средств, эксплуатации машин и оборудования, охрана труда в механизированном агропромышленном производстве.

Диссертация отвечает требованиям и критериям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, применительно к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дегтярев Никита Иванович заслуживает ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент, доктор технических наук
(4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса), доцент,
заместитель директора по научно-образовательной
деятельности института перспективного
машиностроения «Ростсельмаш» ДГТУ

26.03.2026

Подпись Сиротина П.В. заверяю
И.о. Ученого секретаря Ученого совета ДГТУ


П.В. Сиротин


Е.Ю. Масевсина

Контактные данные:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет».

Сокращенное наименование организации: ДГТУ.

Почтовый адрес: 344003, Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

Контактные телефоны: +7(863)306-20-00, +7(952)604-05-64

E-mail: Spv_61@mail.ru