

## УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и  
международной деятельности  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный лесотехнический  
университет имени С. М. Кирова»

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент



И. А. Добровольский

26 ноября 2024 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Фомина Кирилл Игоревича «Метод оценки нагруженности блокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси», представленную в диссертационный совет 24.2.380.05 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка из 122 использованных источников. Объем диссертации составляет 161 страницу, в том числе содержит 32 таблицы и 39 рисунков, 3 приложения.

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

В настоящее время в Российской Федерации отмечается активное развитие дорожно-строительной отрасли.

Согласно указу президента «О национальных целях развития России», подписанному 21 июля 2020 года, одним из главных целевых показателей, характеризующих достижение национальных интересов, является обеспечение доли дорожной сети в крупнейших городских агломерациях на уровне не менее 85 процентов.

Характерной чертой названного развития является, в том числе, насыщение парка строительной техники новейшими образцами различных

средств механизации строительства, позволяющих эффективно выполнять поставленные задачи.

В рамках представленной работы автором был проведен анализ технологий дорожного строительства, а также исследован типовой состав парка машин, участвующих в их реализации. Отмечен высокий уровень разномарочности транспортных средств, выполняющих технологические задачи на строительных площадках, акцентировано внимание на отсутствии среди отечественных образцов техники такого вида дорожно-строительных землевозов, как шарнирно-сочлененные автосамосвалы, широко используемые для обеспечения дорожного строительства за рубежом.

Потребность в машинах такого типа подтверждается, в том числе, наличием их разработок ведущими отечественными производителями дорожно-строительной техники, таких как «Петербургский тракторный завод» (Кировец К-708.2), «ЧЕТРА» (Четра С-33), КАМАЗ (Камаз-6561), представивших свои образцы сочлененных автосамосвалов, которые, однако, по состоянию на 2024 г. не пошли в серию ввиду потребности в организации специальных производств и высокой стоимости продукции.

В рамках исследования автором предложена концепция создания строительных автосамосвалов на базе сочлененных многоприводных шасси в составе высоко унифицированных семейств большегрузных автомобилей с использованием единых узлов и агрегатов ходового привода, что потенциально может снизить стоимость производства таких образцов техники.

Реализация данной концепции возможна лишь по результатам сравнительной оценки нагруженности проводов ходового оборудования таких машин в сравнении с серийно выпускаемыми базовыми образцами семейства.

Таким образом, учитывая особенности конструкции машин семейства (многоприводность) и условия их применения в строительстве (маневрирование на ограниченных пространствах по опорным поверхностям с высоким сопротивлением движению), разработка метода оценки нагруженности заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси является актуальной научной задачей.

## **2. Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации**

В диссертационной работе, ее автором, Фоминым К.И., выполнен анализ условий применения колесных машин в сфере дорожно-строительного производства. Отмечен факт отсутствия среди образцов строительной техники, серийно выпускаемой отечественными производителями, такого вида машин, как сочлененные автосамосвалы. Предложена концепция их создания в составе высоко унифицированных семейств большегрузных землевозов-самосвалов, спрогнозированы рекомендуемые технические характеристики предлагаемого строительного автосамосвала на базе сочлененного многоприводного шасси, а также смоделирован его концептуальный облик.

Учитывая необходимость проведения сравнения уровня нагруженности унифицированных узлов и агрегатов приводов ходового оборудования серийной жесткорамной машины с предлагаемым концептуальным образцом сочлененного транспортного средства, автором разработан универсальный метод, позволяющий выполнять расчетную оценку нагруженности элементов трансмиссии машин циркулирующими моментами в характерных условиях их применения в рамках строительных площадок.

С целью получения достоверных исходных данных для моделирования движения машины по деформируемой опорной поверхности автором были проведены экспериментальные исследования по определению физико-механических свойств предварительно уплотненного грунтового основания дорожной насыпи. Полученные в ходе экспериментальных исследований данные позволили автору провести сравнительную оценку нагруженности приводов ходового оборудования серийной машины и предложенного концептуального образца шарнирно-сочлененного автосамосвала.

**3. Научная новизна исследований и полученных результатов** заключается: в научном обосновании целесообразности применения шарнирно-сочлененных транспортных средств в рамках дорожно-строительного производства, а также в предложенной концепции по созданию такого вида машин в рамках унифицированных семейств большегрузных автосамосвалов; в разработанных математических моделях нагружения узлов и агрегатов трансмиссии транспортных средств циркулирующими моментами, для случая их движения по слабонесущим поверхностям, препятствиям различного геометрического профиля, а также при их маневрировании на ограниченных пространствах; в разработке универсального метода оценки нагруженности трансмиссии многоприводных транспортных средств циркулирующими моментами; в научно обоснованных рекомендациях по применению в конструкциях шарнирно-сочлененных автосамосвалов узлов и агрегатов трансмиссии, унифицированных с их жесткорамными аналогами.

**4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации,** обеспечиваются следующим:

- полученные автором научные результаты не противоречат аналогичным исследованиям, проведенным ранее в данной области, а также имеют высокую степень сходимости расчетных значений с экспериментально полученными данными;

- применяемый автором математический аппарат является в достаточной степени изученным и апробированным, а принятые в рамках работы допущения и ограничения корректны и обоснованы;

- основные результаты работы обсуждались и получили одобрение на 8 научно-практических конференциях, а также нашли отражение в 9 научных статьях, из которых 5 - в рецензируемых изданиях из перечня, размещенного на официальном сайте ВАК РФ.

**5. Достоверность исследования обеспечивается** корректностью поставленных задач, применением современного апробированного математического аппарата, сходимостью расчетных значений, полученных в ходе работы с результатами экспериментальных исследований, выполненных другими авторами в данной области науки, а также привлечением к экспертным исследованиям высококвалифицированных специалистов.

**6. Научная значимость** диссертационного исследования заключается в разработке универсального метода, позволяющего с достаточной степенью точности проводить расчетную оценку уровня нагруженности узлов и агрегатов в блокированных контурах трансмиссий колесных машин циркулирующими моментами для случая их движения в условиях бездорожья.

Необходимо отметить тот факт, что существующая на данный момент классическая теория нагружения ходового привода полноприводных колесных машин была дополнена автором в части ее применения для случая движения транспортных средств по препятствиям различного геометрического профиля, а также уточнена необходимостью учета углов увода колес транспортного средства (для случая его движения по криволинейной траектории с минимальным радиусом) и необходимостью учета тангенциальной эластичности шин низкого давления (при расчете приведенной тангенциальной эластичности для случая движения транспортных средств по деформируемому опорному основанию).

**7. Практическая значимость работы** заключается в определении величины удельного поверхностного сопротивления грунта вдавливаю в рамках экспериментальной части исследования; в разработке блок-схемы расчетов и компьютерной программы реализации предложенного метода; в возможности использования разработанного автором универсального метода оценки нагруженности блокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных машин в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности предприятий, специализирующихся на проектировании и выпуске дорожно-строительной техники, а также в реализации разработанного автором математического аппарата в образовательном процессе высших учебных заведений, специализирующихся на выпуске специалистов инженерного профиля.

**8. Теоретическая значимость** исследования заключается в дальнейшем развитии теории нагружения приводов ходового оборудования многоприводных колесных машин циркулирующими моментами.

**9. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы к использованию в образовательной деятельности высших учебных заведений по следующим направлениям подготовки:

23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства.

23.04.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы.

23.04.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

15.04.03 – Прикладная механика

Следует отметить, что помимо внедрения результатов исследования в производственный процесс предприятий, специализирующихся на выпуске строительных машин, отдельные результаты и рекомендации, изложенные в диссертации, могут быть рекомендованы к внедрению в эксплуатирующих организациях и потенциально помогут снизить вероятность возникновения прочностных отказов транспортных средств при выполнении ими технологических задач.

## **10. Замечания**

1. В работы отсутствует комплексно сформированный блок допущений, принятых в рамках исследования. Разрозненная информация о них в некоторой степени затрудняет восприятие отдельных результатов исследования.

2. В Главе 1 диссертационного исследования помимо серийного образца автосамосвала с колесной формулой 6х6 в качестве объектов сравнения присутствуют седельный самосвальный автопоезд и автосамосвал типа 8х8 (табл. 1.6-1.7, стр. 34). В дальнейшем данные образцы техники в исследовании не упоминаются. Причина исключения в дальнейших исследованиях данных видов машин из рассматриваемой номенклатуры изделий неясна.

3. В работе используются коэффициенты весомости значимых показателей эксплуатационных свойств при проведении сравнительной оценки образцов машин, значения которых приводятся со ссылкой на экспертные исследования (стр.26, табл. 1.2). Отсутствуют пояснения, каким образом были организованы и проведены эти исследования.

4. В Главе 2 диссертационного исследования присутствует таблица 2.3 (стр.77), в которой представлены данные об изменении значений приведенной тангенциальной эластичности грунта и радиуса качения колеса в ведомом режиме в зависимости от очередности прохода колес по колее. В дальнейшем указанное уточнение в расчетной части исследования не используется без отсутствия каких-либо комментариев по этому поводу.

## **11. Выводы и рекомендации**

Указанные замечания не снижают научной ценности работы. Результаты, полученные автором в ходе диссертационного исследования, имеют как теоретическое, так и практическое значение и могут быть использованы другими исследователями в рамках дальнейших работ по развитию теории нагружения трансмиссий многоприводных колесных машин циркулирующими моментами.

Разработанный автором метод оценки нагруженности трансмиссии и его компьютерная реализация могут быть рекомендованы к применению

организациям, занимающихся проектированием дорожно-строительных и иных полноприводных самоходных колесных машин.

Математической аппарат, разработанный автором, может быть использован в образовательном процессе, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

## **12. Общее заключение**

Диссертационная работа Фомина Кирилла Игоревича «Метод оценки нагруженности заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси» выполнена в соответствии с требованиями Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы:

Пункт 1. Теория рабочих процессов транспортно-технологических средств и их комплексов отраслевого назначения, включая транспорт, сельскохозяйственное, лесохозяйственное, дорожное, строительное, коммунальное, подъемнотранспортное, военное и т. д. (автомобилей, тракторов, амфибийных машин, мобильных роботов, планетоходов, подъемно-транспортных, строительных, дорожных, коммунальных машин, вспомогательного транспортно-технологического оборудования), взаимодействующих с опорной поверхностью - посредством контактных движителей и/или опорных, ходовых модулей (колесных, гусеничных, роторно-винтовых, шагающих, лыжных, воздушных подушек и др.) и с рабочими средами (объектами) – посредством навесного, прицепного и другого технологического оборудования.

Пункт 2. Методы расчета и проектирования, направленные на создание новых и совершенствование существующих транспортно-технологических средств и их комплексов с учетом полного жизненного цикла изделий, обладающих высоким качеством, в том числе повышенными показателями экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, обеспечивающих энергоэффективность и безопасность эксплуатации.

Пункт 5. Математическое моделирование рабочих процессов транспортно-технологических средств, в том числе в их узлах, механизмах, системах и технологическом оборудовании при взаимодействии с опорной поверхностью и с рабочими средами (объектами).

В целом, диссертационная работа Фомина Кирилла Игоревича «Метод оценки нагруженности заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, решающей актуальную научную задачу, связанную с повышением эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин, в части их надежности, проходимости и

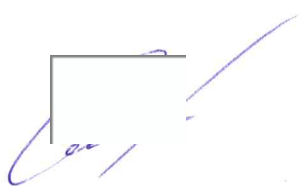
маневренности, а ее автор, Фомин Кирилл Игоревич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании кафедры лесного машиностроения, сервиса и ремонта ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» 26 ноября 2024 г., протокол №4.

Присутствовало на заседании кафедры - 11 человек.

Результаты голосования «за» - 11, «против» - 0, «воздержалось» - 0.

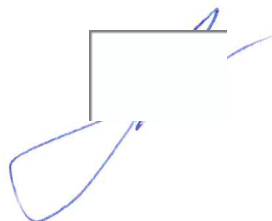
Заведующий кафедрой  
лесного машиностроения,  
сервиса и ремонта  
к.т.н., доцент



Спиридонов  
Сергей Васильевич

26 ноября 2024 г.

Отзыв составил:  
доцент кафедры  
лесного машиностроения,  
сервиса и ремонта  
к.т.н., доцент



Андронов  
Александр Вячеславович

26 ноября 2024 г.

194021, Санкт-Петербург,  
Институтский пер., д.5 литер У  
+7(812) 217-92-67  
www.spbftu.ru  
E-mail: lgkm@spbftu.ru

Собственноручную подпись <i>Спиридонов С.В., Андронов А.В.</i>	
Ф.И.О. Управление по кадрам ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. К	
достоверно <i>Андронов А.В.</i>	
« 26 »	11 2024 г.