

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.12.2024 №10

О присуждении Фомину Кириллу Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод оценки нагруженности заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси» по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы принята к защите 09 октября 2024 года (протокол заседания №08) диссертационным советом 24.2.380.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.02.2023 года № 231/нк, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18.12.2023 года № 2368/нк.

Соискатель Фомин Кирилл Игоревич, «16» января 1997 года рождения.

В 2020 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», с присвоением квалификации «Инженер». В 2024 году соискатель окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по направлению подготовки

15.06.01 «Машиностроение», по образовательной программе «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» на кафедре наземных транспортно-технологических машин (очная форма обучения).

Работает с 13.07.2022 года по настоящее время экспертом по турбогенераторам с воздушным охлаждением в Акционерном Обществе «Силовые машины – ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила, Энергомашэкспорт» (АО «Силовые Машины»), завод «Электросила», г. Санкт-Петербург.

Диссертация выполнена на кафедре наземных транспортно-технологических машин в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Добромиров Виктор Николаевич, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра наземных транспортно-технологических машин, профессор.

Официальные оппоненты:

Прядкин Владимир Ильич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кафедра автомобилей и сервиса, заведующий кафедрой;

Хитров Егор Германович, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», институт компьютерных наук и кибербезопасности, доцент высшей школы программной инженерии

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», город Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Спиридоновым Сергеем Васильевичем (кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой лесного машиностроения, сервиса и ремонта) и

Андроновым Александром Вячеславовичем (кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры лесного машиностроения, сервиса и ремонта) указала, что 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. 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 г. № 842.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Работы, опубликованные в ведущих научных рецензируемых изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:

1. Фомин, К.И. Концептуальная оценка возможности создания отечественного сочлененного автосамосвала для использования по всем видам дорог и местности / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров, У.Н. Мейке, И.В. Арифуллин // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 2 (65). – С. 18–25. (0,5 п.л., авторский вклад – 25 %)

2. Фомин, К.И. Обоснование рациональных компоновочных схем автосамосвалов для дорожно-строительной отрасли / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров, У.Н. Мейке, И.В. Арифуллин, Е.Р. Лукашук // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 4 (67). – С. 48–55. (0,5 п.л., авторский вклад – 20 %)

3. Фомин, К.И. Сравнительная оценка нагруженности приводов ходового оборудования рамных и шарнирно-сочлененных автосамосвалов / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров // Грузовик. – 2023. – № 10. – С. 9–15 (0,44 п.л., авторский вклад – 50 %)

4. Фомин, К.И. Метод расчета упругой податливости заблокированного контура трансмиссии многоприводной пневмоколесной машины на деформируемом грунте / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров, У.Н. Мейке // Грузовик, 2024. – № 7. – С. 8–13 (0,38 п.л., авторский вклад – 33 %)

5. Фомин, К.И. Расчетно-экспериментальное определение некоторых характеристик грунтов опорных поверхностей дорожных насыпей / К.И. Фомин // Русский инженер. – 2024. – № 3 (84). – С. 44-48 (0,31 п.л., авторский вклад – 100%)

Работа, опубликованная в издании, индексируемом международной системой цитирования Scopus:

6. Fomin, K. Development concept of a domestically-produced articulated dump truck for the development of the Arctic territories of Russia / K. Fomin, V. Dobromirov, U. Meike // Transportation Research Procedia. «International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems» 2021. - Vol. 57. - P. 184-191. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.041 (0,5 п.л., авторский вклад – 33 %).

Работы, опубликованные в других изданиях:

7. Фомин, К.И. Сравнительная оценка автосамосвалов с жесткой и шарнирно-сочлененной рамой в условиях дорожно-строительного производства / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров, У.Н. Мейке // Вестник

гражданских инженеров. – 2020. – №4 (81). – С. 174–181. (0,5 п.л., авторский вклад – 33 %).

8. Фомин, К.И. Повышение конкурентоспособности НТТМ как одна из актуальных проблем современного строительного производства/ К.И. Фомин, У.Н. Мейке, М.М. Блиндер // Актуальные проблемы современного строительства. Материалы LXXIV Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 2-х частях. Том 2. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. – С. 35–44. (0,63 п.л., авторский вклад – 25 %).

9. Фомин, К.И. Оценка разрушающего воздействия строительных автосамосвалов на опорную поверхность автозимников / К.И. Фомин, В.Н. Добромиров, У.Н. Мейке // Арктика: инновационные технологии, кадры, туризм. – 2021. – №1(3). – С. 55–60. (0,38 п.л., авторский вклад – 33 %).

Программа для ЭВМ, имеющая государственную регистрацию:

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024669296 Российская Федерация. Цифровая реализация математического аппарата по определению тангенциальной эластичности деформируемого грунта при взаимодействии с колесным двигателем транспортного средства: № 2024681092; заявл. 16.08.2024; опубл. 05.09.2024 / В.Н. Добромиров, К.И. Фомин, У.Н. Мейке; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины», доктор технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины, профессор **Вахидов Умар Шахидович**; профессор кафедры «Строительные и дорожные машины», доктор

технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент **Молев Юрий Игоревич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В разделе научная и практическая ценность отсутствуют указания конкретных организаций в которых нашли применения результаты рассматриваемой работы;

– Отсутствие в тексте формулировки научной новизны фразы: «отличающийся тем, что...» затрудняет оценку вклада соискателя в науку, так как например математических моделей движения колесных машин по грунтам существует довольно большое количество, а чем отличаются предложенные автором математические модели непонятно.

– Непонятно, также какие новые результаты получены автором при исследовании уплотнения песчаного грунта и изменением его сопротивления вдавливанию. В разделе научная новизна о результатах данной части третьей главы диссертации ничего не сказано.

2. ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», директор института общеинженерной подготовки, доцент кафедры «Транспортная телематика», кандидат технических наук, доцент **Арифуллин Илья Владимирович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Количество положений, выносимых на защиту не согласуется с количеством научных результатов, приведенных в разделе «Заключение».

– Не ясно, как обоснован перечень показателей эксплуатационных свойств, использованных при проведении оценки технического уровня методом прямого сравнения.

– Величина момента, нагружающего оси шарнирно-сочлененного автосамосвала при его движении по твердой опорной поверхности, меньше таковых у жесткорамной машины. Для движения по слабонесущей поверхности, напротив, наблюдается обратная картина. Чем объясняется названное явление?

3. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Колесные машины», доктор технических наук по специальности 05.05.03. – Колесные и гусеничные машины, **Дьяков Алексей Сергеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В качестве замечания по автореферату необходимо отметить отсутствие пояснений к методике, согласно которой проводилась сравнительная оценка технического уровня рассматриваемых образцов техники.

– В таблицах 4 и 5, содержащих информацию о расчетной величине циркулирующих моментов, содержатся подписи «С учетом тангенциальной эластичности грунта», «С учетом углов увода». Не ясно, проводились ли исследования без учета обозначенных факторов и каковы их результаты? Как в таком случае изменялась величина циркулирующего момента?

– Не ясно, почему оценка достоверности математической модели расчета приведенной тангенциальной эластичности шины и грунта, разработанной для шин нерегулируемого давления, проводилась на основе экспериментальных данных по шине регулируемого давления ОИ-25.

4. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», и.о. заведующего кафедрой «Строительные, дорожные машины и гидравлические системы», доктор технических наук, доцент **Кривцов Сергей Николаевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Объем автореферата является несколько завышенным.

– Исходя из содержания автореферата, предмет исследования формулирован некорректно.

5. ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство», кандидат технических

наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент **Смирнов Петр Ильич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– При проведении сравнительных оценок технического уровня машин методом кластерного ранжирования рассмотрены три группы показателей – функциональности, маневровой подвижности и маршевая подвижности. Не ясно, такое разделение значимых показателей предложено автором, и на каком основании, или принято по рекомендациям других исследователей?

– В рамках исследования в качестве деформируемого опорного основания рассматривается исключительно песчаное покрытие, вместе с тем, в рамках строительного производства, транспортным средствам приходится осуществлять движение и по другим видам грунтового основания. С чем связан выбор в качестве объекта исследования именно песчаной насыпи и рассматривались ли в рамках работы другие виды деформируемых грунтов?

– В рамках экспериментального исследования был получен широкий диапазон удельного сопротивления грунта вдавливаю. Каким образом был обоснован выбор из него значения, рекомендуемого и принятого к использованию в дальнейших расчетах?

6. Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ (Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт)», г. Москва, начальник управления нормативно-методологического сопровождения разработок и испытаний специальных транспортных средств центра «Специальные транспортные средства», кандидат технических наук **Аипов Тимур Адильевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– По содержанию автореферата имеется неопределенность в части возможности применения разработанного метода для иных видов строительной техники, в том числе с колесной формулой, отличной от рассмотренной в рамках исследования.

– В автореферате не указано, чем можно объяснить результаты расчетной оценки нагруженности трансмиссии транспортных средств, приведенные в таблицах 4 и 5, которые свидетельствуют о более низких значениях величины циркулирующего момента при движении машин по слабонесущей поверхности, в сравнении с твердым опорным основанием, тогда как величина момента, нагружающего оси транспортных средств превосходит таковые в сравнении с твердым опорным основанием.

7. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет Императрицы Екатерины II», заведующий кафедрой «Транспортно-технологических процессов и машин», кандидат военных наук по специальности 20.01.08 - Тыл вооруженных сил, профессор **Афанасьев Александр Сергеевич**; доцент кафедры «Транспортно-технологических процессов и машин», кандидат технических наук по специальности 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта, доцент **Кацуба Юрий Николаевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В разделе 2 автореферата представлен рисунок 3 (стр.14) без указания направления движения трехосного шасси, следовательно и непонятно перемещение колес осей.

– В разделе 2 автореферата в формулах (4) и (5) (стр. 15) для S_1 и S_i , формуле (12) для $V_{ш}$ (стр.17), не приведено пояснение обозначений.

– В разделе 2 автореферата присутствует заключение об адекватности математической модели (стр.19), которое сделано на основе сопоставления расчетных и экспериментальных данных на примере шины ОИ-25. В рамках третьего раздела (экспериментальные исследования) сведения о получении таких экспериментальных данных отсутствуют. Не понятно, как проводились экспериментальные исследования, не нашедшие отражение в автореферате?

– В разделе 3 автореферата (стр.20) приведены без пояснения одинаковые значения, как для общего, так и для более представительного диапазона удельного сопротивления грунта вдавливаю.

– В четвертом разделе автореферата содержится информация о годовом экономическом эффекте от внедрения одной машины в общий парк строительной техники. В реальном дорожно-строительном производстве задействовано большее количество машин. Проводилась ли технико-экономическая оценка применительно к условиям их применения в реальной дорожно-строительной организации?

8. АО «Петербургский тракторный завод», начальник инженерного центра-главный конструктор, кандидат технических наук по специальности 05.05.03 - Колесные и гусеничные машины, **Дмитриев Михаил Игоревич**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– К замечаниям можно отнести недостаточную оценку технико-экономических показателей использования шарнирно-сочлененных транспортных средств.

9. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины», кандидат технических наук по специальности 05.05.04 - Дорожные строительные и подъемно-транспортные машины, доцент **Воронцов Денис Сергеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Имеет смысл либо убрать из научных положений, выносимых на защиту пункт 3 – «Результаты экспериментальных исследований по определению...», либо объединить с пунктом 2 положений.

– В автореферате в разделе 5 представить полученные результаты не только в табличном виде, но и графическом, как более наглядном и доступном к пониманию, и учесть это замечание при подготовке доклада к защите диссертационного исследования.

10. Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические машины», кандидат технических наук, доцент **Лесковец Игорь Вадимович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В системе уравнений момента i -ой оси (2) учтено влияние углов увода колес δ_i , а в уравнениях (4) и (5) это влияние не учитывается, обоснование такого подхода в автореферате отсутствует.

– На стр. 14 автореферата утверждается, что «величина суммарно момента для одиночного шасси ... определяется по зависимости (3)», в этом выражении присутствует радиус качения колеса, который для каждого колеса разный, таким образом, использование выражения (3) не вполне корректно.

– На стр. 23 автореферата утверждается, что «величины моментов, нагружающих каждую ось заблокированного контура, несколько превосходят таковые у жесткорамной машины, что объясняется большим диаметром и большей нагрузкой на колеса», однако такие объяснения в автореферате отсутствуют.

11. ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», директор Института горного дела и строительства, доктор технических наук, профессор **Ковалев Роман Анатольевич**; заместитель директора по науке Института горного дела и строительства, доктор технических наук, профессор **Головин Константин Александрович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Из автореферата не вполне понятно, каким образом были спрогнозированы технические характеристики сочлененного транспортного средства и почему в качестве рассматриваемого класса грузоподъемности машин был выбран именно класс 25 тонн.

– Чем объясняется разность диапазонов значений величины удельного сопротивления грунта вдавливаю, полученного в рамках лабораторного и полевого эксперимента? Разница максимальных значений составляет $0,88 \cdot 10^5$, что значительно по отношению к общему порядку значений.

12. «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, заведующий кафедрой «Тракторы», доктор технических наук, профессор **Бойков Владимир Петрович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– На основании какой методики выбраны значения коэффициентов весомости показателей, представленных в таблице 1 автореферата?

– В автореферате не указаны значения показателей дорожных условий, для которых выполнялась расчетная оценка циркулирующих моментов, представленных в таблицах 4-6.

13. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», доцент кафедры «Графическое моделирование», кандидат технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, доцент **Махмутов Марат Мансурович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– В автореферате плохая читаемость некоторых графических зависимостей и рисунков.

14. Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанского (Приволжского) федерального университета», г. Набережные Челны, заведующий кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта», доктор технических наук по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, профессор **Калимуллин Руслан Флюрович**, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», кандидат технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины, доцент **Барыкин Алексей Юрьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В работе некорректно использована плоскостная расчетная схема (рис.2 автореферата), так как не принято во внимание перераспределение крутящих моментов между колесами одной оси. Уровень блокировки межколесных контуров не учитывается в расчете комплексного показателя технического уровня. В диссертации рассмотрены обеспечения маневрирования и боковой устойчивости, для решения которых необходимы

данные о перераспределении вертикальных нагрузок и крутящих моментов между колесами (рис. 1.2, 1.3, 1.5 диссертации).

– При оценке технического уровня (табл.1 автореферата) количество осей принято как один из параметров комплексного показателя технического уровня, хотя более весомыми по нашему мнению, в данном случае являются геометрические параметры (база и радиус продольной проходимости).

– Допущение постоянной радиальной жесткости и деформации шины математической модели основано на предположении постоянства вертикальной нагрузки, однако такое постоянство возможно только при стоянке и хранении автомобиля.

– Тангенциальная эластичность приведена в автореферате с различными размерностями (с.14 – м/Н·м, с.16 – Н). Традиционное представление размерности тангенциальной эластичности в классических научных трудах – мм/Н·м.

– Объем автореферата превышает установленные требования (20 с.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их значительным авторитетом в научном и педагогическом сообществах, а также соответствующими компетенциями в области исследования, необходимыми для определения и оценки научной значимости диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан универсальный метод оценки нагруженности заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных шасси транспортных средств при их нагружении циркулирующими моментами в условиях движения, характерных для дорожно-строительного производства: маневрирование по твердым опорным поверхностям, по грунтам с низкой несущей способностью и при преодолении типовых дорожных препятствий;

предложены: гипотеза, заключающаяся в том, что метод оценки нагруженности трансмиссии циркулирующими моментами может

базироваться на расчете усилий, возникающих в заблокированном контуре, обладающем известной угловой жесткостью, при заданных углах его закрутки, а также оригинальный концептуальный подход к созданию шарнирно-сочлененных автосамосвалов в составе высоко унифицированных семейств большегрузных грузовиков;

доказана возможность использования разработанного метода для расчетного сравнения нагруженности элементов конструкции заблокированных контуров трансмиссий многоприводных колесных машин в интересах оценки возможности их унификации в составе семейств большегрузных жесткорамных и шарнирно-сочлененных автосамосвалов, а также принципиальная возможность такой унификации;

введены новые зависимости, позволяющие расчетным способом определять величину тангенциальной эластичности слабонесущей опорной поверхности при взаимодействии с ней эластичной шины постоянного давления.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность осуществления оценки нагруженности узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных шасси циркулирующими моментами при их движении по различным опорным поверхностям на шинах постоянного давления, базирующейся на расчете усилий, возникающих в заблокированном упругом контуре, обладающем известной угловой жесткостью при заданных углах его закрутки, определяемых кинематическим рассогласованием в движении колес машины;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых научных методов исследования, таких как: информационный поиск, экспертные методы оценки технического уровня изделий машиностроения, математическое моделирование и многопараметрические расчеты с применением электронно-вычислительных средств, экспериментальные исследования;

изложены доказательства ограниченных возможностей практического применения существующих методов оценки уровня нагруженности узлов и

агрегатов в заблокированных контурах трансмиссий многоприводных колесных транспортных средств циркулирующими моментами в условиях их эксплуатации в дорожно-строительном производстве;

раскрыты неточности в части отдельных положений теории нагружения заблокированных контуров ходового привода, заключающиеся в допустимости пренебрежения учетом углов увода колес при расчете нагрузок в случае маневрирования на ограниченном пространстве, в возможности пренебрежения величиной тангенциальной эластичности шины в случае расчета приведенной тангенциальной эластичности при движении по слабонесущей поверхности, а также в отсутствии рассмотрения отдельных частных случаев движения транспортных средств – по препятствиям различного геометрического профиля;

изучены причинно-следственные связи между рассогласованием в качении колес заблокированного контура и величиной возникающего в контуре циркулирующего момента, а также уточнены зависимости между величиной циркулирующего момента и приведенной тангенциальной эластичностью шины и опорной поверхности, по которой осуществляется движение транспортного средства;

проведена модернизация существующих подходов к оценке нагруженности заблокированных узлов и агрегатов трансмиссии многоприводных колесных машин циркулирующими моментами с позиции конкретизации условий их применения, необходимости учета углов увода колес при маневрировании на ограниченном пространстве, необходимости учета величины тангенциальной эластичности шины при движении транспортного средства по слабонесущей поверхности, рассмотрены новые случаи движения транспортных средств.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в практику инженерной деятельности математические модели нагружения заблокированных узлов и агрегатов трансмиссии многоприводного колесного транспортного средства

циркулирующими моментами для различных условий его движения, а именно: маневрирование на ограниченном пространстве, движение по слабонесущим грунтам, преодоление дорожных препятствий различного геометрического профиля, а также разработанный на их основе универсальный метод, позволяющий оценить степень нагруженности заблокированных контуров проводов ходового оборудования в условиях его догрузки циркулирующими моментами, получивший дальнейшее развитие в виде блок-схемы и компьютерной программы расчетов. Даны обоснованные рекомендации по использованию в конструкциях сочлененных машин узлов и агрегатов трансмиссий, унифицированных с жесткорамными образцами машин. Результаты диссертационной работы внедрены в опытно-конструкторскую деятельность следующих предприятий: ФГУП «НАМИ», АО «Петербургский тракторный завод», ООО «ЭВОКАРГО», а также в образовательную программу ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по дисциплинам «Автотракторный транспорт» и «Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных дорожных средств и оборудования» по направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», что подтверждается актами о внедрении, специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование», 15.03.02 и 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 15.05.03 «Прикладная механика»;

определены границы применимости существующих подходов к оценке уровня нагруженности узлов и агрегатов в заблокированных контурах трансмиссий многоосных полноприводных машин циркулирующими моментами, а также возможные направления их дальнейшего развития;

создан универсальный метод оценки нагруженности заблокированных узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных машин, разработана блок-схема и компьютерная программа его реализации, позволяющие выполнять

расчет величины момента, циркулирующего в заблокированном контуре машин и величину приведенной тангенциальной эластичности грунта;

представлены рекомендации по направлениям дальнейших исследований в области теории нагружения узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных машин циркулирующими моментами, а также научно обоснованные рекомендации по применению в конструкциях сочлененных транспортных средств узлов и агрегатов трансмиссий, унифицированных с рамными образцами машин.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ в части полевых испытаний подтверждается сходимостью полученных результатов со значениями, указанными в соответствующей нормативно-технической документации, в части лабораторных испытаний - воспроизводимостью результатов при многократном проведении замеров, а также сходимостью значений с таковыми, полученными в рамках полевых испытаний, в части экспериментальных исследований в целом – применением сертифицированного поверенного специализированного оборудования;

теория построена на накопленной наукой известных и проверенных знаниях и зависимостях, а также на результатах работ ведущих ученых в исследуемой области;

идея базируется на анализе и обобщении существующих подходов в области оценки уровня нагруженности заблокированных узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных машин циркулирующими моментами;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных в ходе исследований других ученых в области нагружения узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных машин циркулирующими моментами, а также в части определения величины приведенной тангенциальной эластичности шины и грунта;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором исследования, с результатами других авторов, приведенных в независимых источниках по теме работы;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные образцы дорожно-строительных транспортных средств с последующим обоснованием подбора объектов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении информационного поиска для обоснования объектов исследования; участии в формулировании целей, задач и гипотезы исследования; выполнении анализа условий применения колесных транспортных машин в сфере дорожно-строительного производства и обосновании направления их дальнейшего развития, заключающегося в возможности включения в состав высоко унифицированных семейств большегрузных строительных автосамосвалов образцов машин с шарнирно-сочлененной рамой; разработке математических моделей нагружения унифицированных узлов и агрегатов трансмиссий многоприводных колесных машин циркулирующими моментами и дальнейшем объединении их в единый универсальный метод; разработке компьютерной программы реализации метода; разработке методики проведения эксперимента и непосредственном его проведении; выполнении расчетов; обобщении результатов исследования и формулировке выводов по ним; участии в подготовке публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Вы разрабатывали метод. В чем конкретно заключается Ваш метод и чем он отличается от других? В чем была необходимость разработки метода? Изложите ответ в виде формулы изобретения в формате: «Предложен метод, содержащий то ... и отличающийся тем, что ...»

2. Узел сочленения грузовых машин имеет свои особенности. Вы не разрабатывали именно этот узел? Если нет, то почему? Видите ли Вы какие-либо недостатки в этом узле, которые можно было бы доработать?

3. Как выбирался диапазон величины удельного сопротивления грунта вдавливанию? Почему он был выбран именно таким? Как это соотносится с исследованиями в части освоения Арктики?

4. На текущий момент времени автопроизводители предлагают использовать вместо одиночных автосамосвалов большой грузоподъемности большое количество машин малой грузоподъемности. Как это будет сказываться на нагруженности трансмиссии? Какой класс грузоподъемности автосамосвалов, на Ваш взгляд, целесообразнее было бы использовать на дорогах общего пользования?

5. При сравнительной оценке технического уровня вы вводите обобщенный показатель качества машин. Поясните, пожалуйста, как он выбирается. Также, поясните, на основании каких критериев вы выбирали коэффициенты весомости при проведении оценки? Если бы эти значения выбирались на основе других критериев, то и обобщенные показатели были бы совсем другие? Также, поясните, каким образом были получены значения параметров технических характеристик машин.

Соискатель Фомин К.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Предложен метод, позволяющий численно оценить нагруженность трансмиссий машин для случая применения их в рамках дорожно-строительного производства, отличающийся тем, что в рамках ранее рассмотренных методов вопрос применения машин на строительных площадках в специфических условиях – не рассматривался. Рассматривались, как правило, более тяжелые дорожные условия. Также был рассмотрен ранее не исследованный тип движения, а именно случай преодоления транспортным средством геометрических препятствий различного профиля. Таким образом, была учтена конкретная специфика эксплуатации

транспортно-технологических машин. Также были уточнены существующие подходы в части необходимости учета при расчете нагруженности трансмиссии таких факторов, как величина угла увода колеса транспортного средства и величина тангенциальной эластичности шины, что в рамках ранее проведенных исследований не являлось обязательным. Вместе с тем при рассмотрении шины низкого давления влияние тангенциальной эластичности шины на величину нагруженности трансмиссии будет значительным.

2. Нет, указанный узел не рассматривался по причине ограничений, принятых в рамках диссертационной работы. В рамках исследования рассматривались узлы и агрегаты трансмиссии. Замечаний к существующей конструкции узла сочленения у меня не имеется.

3. В рамках первого этапа, а именно – полевых испытаний, были определены граничные значения величины удельного сопротивления грунта вдавливаю. Вторым этапом явились лабораторные испытания, целью которых было расширить указанный диапазон и определить его наиболее характерные значения. Таким диапазоном следует считать значения от $4,37 \cdot 10^5$ Па до $4,87 \cdot 10^5$ Па. Они были сопоставлены со значениями, полученными в рамках полевых испытаний, и было принято решение в части величины удельного сопротивления, которая была использована для дальнейших расчетов. В целом, указанные исследования могут быть применены при возведении дорог в Арктической зоне. Следует сказать, что эксплуатация машин в арктических условиях осуществляется, как правило, по автозимникам, где решающим фактором выступает удельное давление колеса на опорную поверхность, что особенно актуально при эксплуатации автозимников с продленным сроком эксплуатации. Минимизация давления на опорную поверхность автозимника позволит сохранить дорожное полотно в надлежащем состоянии на более длительный период.

4. Чем меньше нагрузка, приходящаяся на транспортное средство, тем меньшее значение величины циркулирующего момента будет наблюдаться в замкнутом контуре. На мой взгляд, а также, как показывает практика,

наиболее целесообразными для использования на дорогах общего пользования являлись бы автосамосвалы грузоподъемностью до 25 тонн.

5. Данная методика сравнительной оценки разрабатывалась совместно с Мейке Ульяной Николаевной, которая защищалась ранее в данном диссертационном совете. Величина коэффициентов весомости присваивалась при участии экспертной группы, состав которой включал в себя преподавателей кафедры наземных транспортно-технологических машин, преподавателей ФГБОУ «Горный университет императрицы Екатерины II», а также представителей ООО «РосДорСтрой» и ООО «Лидер-Строй». Величина показателя технического уровня определялась расчетным способом. Коэффициент весомости показателя умножался на значение параметра, далее умножался на коэффициент весомости комплексного показателя, после чего осуществлялось сложение величин, полученных по показателям маневровой подвижности, маршевой подвижности и функциональности. Значения параметров технических характеристик серийной машины были приняты согласно документации, предъявляемой заводом изготовителем, значения параметров гипотетического образца сочлененной машины были спрогнозированы по данным анализа рынка машин.

На заседании 16.12.2024 диссертационный совет принял решение – за решение научной задачи, связанной с повышением эксплуатационных свойств транспортно-технологических машин в части их надежности, маневренности и проходимости, заключающейся в разработке единого универсального метода оценки нагруженности узлов и агрегатов трансмиссий многоприводного колесного шасси циркулирующими моментами, базирующего на математическом моделировании взаимодействия эластичного колеса машины с опорной поверхностью для различных условий движения транспортного средства, имеющей значение для развития отрасли машиностроения, присудить Фомину Кириллу Игоревичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 10, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

16.12.2024



Пушкарёв Александр Евгеньевич

Куракина Елена Владимировна