



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет»
Кононов А. М.

« 28 » июня 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Вебера Виталия Викторовича

на тему «Повышение эффективности управления рабочим органом автогрейдера в тяговом режиме», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины» в диссертационный совет Д 212.250.02, созданный на базе ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

На отзыв представлены: кандидатская диссертация, автореферат диссертации, работы, опубликованные по теме диссертации.

Диссертация, представленная на отзыв, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка источников и приложений, содержит 143 страницы печатного текста, в том числе 6 таблиц, 78 рисунков, списка литературы из 127 источников и 3 приложений.

Актуальность темы работы

Повышение производительности и улучшение топливной экономичности являются актуальными задачами совершенствования землеройно-транспортных машин. Показатели рабочего процесса автогрейдера, в частности, сила тяги, крутящий момент на колесных движителях, угловая скорость вала двигателя, коэффициент буксования движителей и тяговая мощность подвержены случайным изменениям в динамике. В диссертационном исследовании использован подход к выбору рациональных значений параметров тягового режима и системы управления рабочим органом с учетом случайного характера нагрузок и грунтовых условий.

Теоретическое обоснование выбора значения силы сопротивления на рабочем органе автогрейдера с целью максимизации производительности машины делает тему диссертационного исследования актуальной.

ФГБОУ ВО «СибАДИ»	
ОГРН 1025500523950	
Вх. №	дд-д/591
от	дд. 07. 20. дд. г.

Структура и содержание работы

Во введении приведено обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования. Дана краткая характеристика диссертационной работы.

В первой главе диссертации выполнен обзор и анализ работ по моделированию рабочих процессов землеройно-транспортных машин и автоматизации рабочих процессов.

Автором сделан вывод о необходимости обоснования значений поддерживаемой силы сопротивления копания на основе статистической информации о предыдущих рабочих проходах автогрейдера. В качестве критерия эффективности управления рабочим органом принята техническая производительность автогрейдера. Для оценки топливной экономичности машины предложено использовать удельный расход топлива на единицу объема вырезанного грунта.

Идея диссертационной работы сводится к поиску зависимости между показателями тягового режима автогрейдера на основе обобщения результатов имитационного моделирования.

Во второй главе приведена математическая модель тягового режима автогрейдера. Перечислены допущения, принятые при построении модели.

Предложена структура модели управления тяговым режимом автогрейдера. За счет управления положением отвала система поддерживает заданное значение силы сопротивления копания $P(t)$. Модель тягового режима автогрейдера включает подсистемы: модель геометрии автогрейдера, модель формирования призмы волочения, модель привода автогрейдера, модель гидропривода рабочего органа (РО), модель возмущающих воздействий, модель формирования силы сопротивления копания, модель буксования движителей. Учтены показатели режима работы двигателя: развиваемый двигателем крутящий момент M_e , угловая скорость выходного вала двигателя ω_e . На производительность влияют теоретическая скорость машины v_m , действительная скорость машины v , коэффициент буксования δ .

Автором предложена модель динамики привода автогрейдера, показывающая зависимость угловой скорости вала двигателя от момента сопротивления на движителях.

Получены регрессионные модели удельного расхода топлива и мощности двигателя на основе оцифрованной многопараметровой характеристики двигателя автогрейдера.

Выполнено объединение программных реализаций подсистем в общую имитационную модель тягового режима в MATLAB/Simulink. Имитационная модель использована для проведения вычислительных экспериментов при различных сочетаниях случайных факторов: силы сопротивления, возмущений, буксования, параметров регулятора и гидропривода. Модель позволяет оценить влияние варьируемых параметров на показатели тягового режима и критерии эффективности.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований автогрейдера ДЗ-98В1. В ходе эксперимента выполнен сбор данных о показателях тягового режима: сила сопротивления копания $P(t)$, теоретическая скорость машины $v_m(t)$, действительная скорость машины $v(t)$. Рассчитаны коэффициент буксования δ и тяговая мощность N . Выполнено сравнение статистических характеристик показателей тягового режима для экспериментальных данных и модели. Сделан вывод о приемлемой точности модели и возможности использования имитационной модели тягового режима автогрейдера.

Автором выполнен анализ экспериментальных значений коэффициента буксования $\delta(t)$. Предложено учитывать изменение грунтовых условий с помощью введенного показателя рабочего процесса «доля времени повышенного буксования». Эта характеристика использована в имитационной модели тягового режима при моделировании ситуаций периодического перехода движителей в режим повышенного буксования.

В четвертой главе приведены результаты исследования процесса управления тяговым режимом автогрейдера. На основе обобщения результатов имитационного моделирования получены зависимости технической производительности от математического ожидания $M\{P\}$, от среднеквадратического отклонения $\sigma\{P\}$ силы сопротивления копания и от доли времени повышенного буксования K_δ . Выбраны рекомендуемые значения поддерживаемой силы сопротивления на рабочем органе автогрейдера, оптимальные по критерию технической производительности.

Построены зависимости максимальной технической производительности и удельного расхода топлива от доли времени повышенного буксования K_δ и среднеквадратического отклонения силы сопротивления копания $\sigma\{P\}$ при рекомендуемых значениях поддерживаемой силы сопротивления.

Предложена структура системы управления отвалом автогрейдера, обеспечивающая формирование задающего воздействия – рекомендуемых значений поддерживаемой силы сопротивления на рабочем органе.

Разработаны алгоритмы функционирования системы управления, рекомендации по проектированию системы управления рабочим органом автогрейдера.

Выполнена оценка годового экономического эффекта от предполагаемого внедрения системы управления рабочим органом автогрейдера – 1530924 руб.

Автором предложена методика оценки влияния параметров тягового режима на производительность и топливную экономичность автогрейдера. Методика, внедренная в АО «ГК «Северавтодор», позволяет уточнить оценку удельного расхода топлива, используемую при расчете норм расхода топлива на дорожно-строительных предприятиях.

В заключении содержатся основные результаты диссертации, сделаны рекомендации в отношении перспектив дальнейшей разработки темы исследования.

В приложениях приведены протокол экспериментальных исследований автогрейдера, акт внедрения результатов диссертационного исследования в образовательный процесс, акт внедрения методики оценки влияния параметров тягового режима автогрейдера на техническую производительность и удельный расход топлива.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Результаты, полученные автором в диссертации, не содержат противоречий с проведенными ранее исследованиями. Результаты экспериментальных исследований подтвердили теоретические положения, полученные в диссертации. Автором квалифицированно применяются современные методы математического моделирования, математической статистики, программной реализации имитационных моделей. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в диссертации в полном объеме.

Научная новизна результатов исследований, выводов и рекомендаций, сделанных в диссертации

Научная новизна состоит в следующем:

- разработана математическая модель движения элементов привода автогрейдера;
- построены регрессионные модели оценки расхода топлива и мощности двигателя;
- разработана модернизированная имитационная модель тягового режима автогрейдера;
- получены зависимости между экспериментально полученными показателями тягового режима;
- введено новое понятие «доля времени повышенного буксования движителей»;
- предложена структура системы управления рабочим органом автогрейдера, содержащая формирователь оптимального задающего воздействия;
- получены зависимости между параметрами рабочего процесса, системы управления, показателями тягового режима, технической производительностью автогрейдера и удельным расходом топлива;
- получены зависимости рекомендуемого значения силы сопротивления копания от среднеквадратического отклонения силы сопротивления и доли времени повышенного буксования.

Практическая ценность

Практическая ценность результатов работы состоит в следующем:

- разработана методика оценки влияния параметров тягового режима автогрейдера ДЗ-98 на техническую производительность и удельный расход топлива;

- разработано методическое обеспечение настройки бортового измерительного комплекса, включая процедуру тарировки датчика усилия рабочего органа автогрейдера с использованием регрессионной модели, и цифровой обработки информации об экспериментально полученных показателях рабочих процессов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования предприятиям и организациям транспортно-строительного комплекса, эксплуатирующими автогрейдеры в дорожном строительстве; предприятиям, занимающихся разработкой и производством землеройно-транспортных машин и систем управления.

По теме диссертации автор имеет 9 опубликованных работ, в том числе 3 работы в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и рекомендованных по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание диссертационной работы соответствует требованиям паспорта научной специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины» (п. 2 «Методы моделирования, прогнозирования, исследований, расчета технологических параметров, проектирования, испытаний машин, комплектов и систем, исходя из условий их применения» и п. 4 «Методы управления машинами, машинными комплектами и системами и контроля качества технологических процессов, выполняемых машинами»).

Замечания по диссертационной работе

1. В четвертой главе не указано количество реализаций вычислительного эксперимента.

2. В тексте диссертации не указано количество точек, по которым построены полиномиальные аппроксимации технической производительности $P_m(M\{P\}, \sigma\{P\})$.

3. В методике оценки производительности и удельного расхода топлива не обоснована связь легкого, среднего и тяжелого режимов работы с

различными значениями среднеквадратического отклонения силы сопротивления копанию.

Заключение

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Разработанные в диссертации положения могут быть квалифицированы как решение научной задачи, имеющей значение для развития отрасли знаний о рабочих процессах дорожных машин.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. Результаты представленных в работе исследований достоверны, сделанные выводы обоснованы.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационная работа включает достаточное количество исходных данных, содержит пояснения, рисунки, графики, подробные расчеты. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы, представлены перспективы дальнейших исследований по тематике работы.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате.

Диссертация является законченным научным исследованием, отвечает требованиям пунктов 9–14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Вебер Виталий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины».

Отзыв заслушан и обсужден на заседании кафедры «Строительные, дорожные машины и гидравлические системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», протокол № 12 от «28» 06 2022 г.

Заведующий кафедрой «Строительные, дорожные машины и гидравлические системы», ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
к.т.н. по специальности 05.05.04 –

«Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины», доцент



Кокоуров Д.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

E-mail: info@istu.edu. Телефон: 8 (3952) 405-405.

Сайт: <https://www.istu.edu>.

28.06.2022

С отзывом ознакомлен
Вед. Вебер В.В.
25.07.2022г.