

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Жулая Владимира Алексеевича 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 132 источников и 3 приложений.

Актуальность темы работы

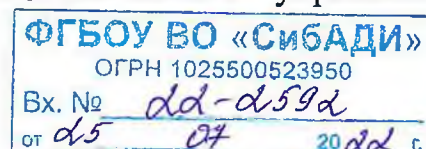
Сокращение сроков создания и внедрения новых землеройно-транспортных машин, а также рациональное использование ресурсов существующих машин вызывают необходимость математического моделирования и экспериментальных исследований рабочих процессов. Важной задачей остается исследование динамики рабочих процессов и обоснование режимов работы приводов землеройно-транспортных машин.

Автогрейдер является сложной динамической нелинейной системой. Эффективность управления рабочим органом тяжелого автогрейдера в тяговом режиме зависит от множества случайных факторов. Поддерживаемое значение силы сопротивления копания на рабочем органе автогрейдера необходимо выбирать для конкретных грунтовых условий с учетом критерия эффективности машины и случайного характера нагрузок. В связи с этим, тема диссертационного исследования является актуальной.

Структура и содержание работы

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, цель и задачи диссертационной работы, Приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор работ по теме диссертационного исследования. Проанализированы работы по моделированию динамики рабочих процессов землеройно-транспортных машин, управлению рабочими процессами, тенденции развития систем автоматического управления рабочим органом автогрейдера.



В выводах по главе сформулирована идея работы: обобщение результатов имитационного моделирования тягового режима позволит найти новые зависимости между показателями тягового режима автогрейдера, критериями эффективности, конструктивными параметрами машины, параметрами внешних воздействий и системы управления отвалом.

Во второй главе диссертации разработана математическая модель тягового режима автогрейдера. Автором разработаны математическая модель движения элементов привода автогрейдера и регрессионная модель расхода топлива. Предложен алгоритм моделирования привода автогрейдера в имитационной модели MATLAB/Simulink.

Модернизированы для включения в обобщенную имитационную модель следующие подсистемы: модель геометрии автогрейдера, модель формирования призмы волочения, модель гидропривода рабочего органа, модель случайных возмущающих воздействий, модель формирования силы сопротивления копания, модель буксования движителей.

В модели учтены критерии эффективности управления отвалом автогрейдера: техническая производительность машины и удельный расход топлива на единицу объема вырезанного грунта.

В третьей главе диссертации приведены результаты экспериментальных исследований тяжелого автогрейдера с целью сбора данных о показателях тягового режима. Методика цифровой обработки экспериментальных данных внедрена в учебный процесс.

Экспериментально подтверждена точность математической модели привода автогрейдера при вычислении математических ожиданий и среднеквадратических отклонений теоретической и действительной скоростей машины, а также тяговой мощности.

Выполнен анализ зависимости экспериментальных значений коэффициента буксования $\delta(t)$ от времени. Выделены участки, на которых движители «срываются» в режим повышенного буксования при относительно небольших значениях силы сопротивления на рабочем органе $P(t)$. Доля таких участков в общей длительности рабочих проходов влияет на скорость и производительность автогрейдера. Предложено учитывать это явление с помощью введенного показателя рабочего процесса K_δ – «доля времени повышенного буксования».

В четвертой главе обобщены результаты имитационного моделирования процесса управления тяговым режимом автогрейдера с учетом случайного микрорельефа грунтовой поверхности и неоднородности грунта. Приведены значения показателей рабочего процесса в зависимости от времени. Получены зависимости технической производительности и удельного расхода топлива от математического ожидания силы сопротивления копания на отвале $M\{P\}$, от среднеквадратического отклонения силы сопротивления $\sigma\{P\}$ 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 критериев эффективности машины: максимальной технической производительности и удельного расхода топлива от доли времени повышенного буксования K_8 и среднеквадратического отклонения силы сопротивления копания $\sigma\{P\}$ при рекомендуемых значениях поддерживаемой силы сопротивления на рабочем органе.

Для автоматического поддержания заданного значения силы сопротивления на отвале автогрейдера разработана структура системы управления рабочим органом. В состав системы включен формирователь оптимального задающего воздействия.

Предложены алгоритмы функционирования системы управления, в том числе в режимах автоматического и ручного управления рабочим органом. Разработаны рекомендации по проектированию блока системы управления.

Рассчитан годовой экономический эффект от предполагаемого внедрения системы управления рабочим органом автогрейдера.

На предприятии АО «ГК «Северавтодор» внедрена методика оценки влияния параметров тягового режима на производительность и топливную экономичность автогрейдера. Оценки удельного расхода топлива и технической производительности получены на основе результатов моделирования рабочего процесса тяжелого автогрейдера.

В заключении приведены основные результаты диссертации, описаны перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Приложения содержат: протокол экспериментальных исследований автогрейдера ДЗ-98-В1, 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 диссертационной работе, не содержат противоречий с проведенными ранее исследованиями. Результаты экспериментальных исследований подтверждают основные теоретические положения, полученные в диссертации. Автором квалифицированно применяются современные методы математического моделирования и математической статистики. Принятые в работе допущения 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, и цифровой обработки информации об экспериментально полученных показателях рабочих процессов.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования предприятиями, занимающимися разработкой и производством автогрейдеров и систем управления его рабочим органом; предприятиям и организациям транспортно-строительного комплекса, эксплуатирующими автогрейдеры в дорожном строительстве.

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. Не понятно, зачем использовалась многопараметровая характеристика двигателя, если в работе принята (стр. 30) его статическая модель, для которой известны все функциональные зависимости взаимосвязи крутящего момента, частоты вращения коленчатого и расхода топлива.
2. Не понятно название раздела 3.7 «Анализ зависимости коэффициента буксования от времени» в котором приводится аппроксимация экспериментальной зависимости $\delta(T)$. В общем случае величина буксования будет зависеть от физико-механических свойств грунта на различных участках трассы, а не от времени процесса копания.
3. В результате экспериментальных исследований получены только статистические характеристики случайного процесса изменения силы тяги. Хотя для моделирования случайных процессов тягового режима (ф-ла 2.7 стр. 32) используется автокорреляционная функция, описывающая частотные свойства случайного процесса. Не понятно как принимались значения параметра α , характеризующего затухание корреляции и параметра β , характеризующего периодичность корреляции.
4. В описании экспериментальных исследований не приведена конструкция датчика тягового усилия, что не позволяет судить о степени не чувствительности его к значительным изгибающим моментам, возникающим от внецентренного приложения нагрузки на отвале.
5. Все результаты экспериментальных исследований, различные характеристики и регрессионные зависимости были получены только на одной грунтовой поверхности для одних параметров установки отвала. Не понятно как будет настраиваться система автоматического управления для других условий работы.

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, расчеты. Написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы, представлены перспективы дальнейших исследований по тематике работы.

Основное содержание 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».

Официальный оппонент: Жулай Владимир Алексеевич, доктор технических наук по научной специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины», профессор.

Место работы, должность:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», заведующий кафедрой строительной техники и инженерной механики им. профессора Н.А. Ульянова.

Почтовый адрес: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.

Электронный адрес: zhulai@vgasu.vrn.ru

Контактный телефон: (473) 277-01-29.

Доктор технических наук, профессор _____ В.А. Жулай

Даю согласие на полную автоматизированную обработку
моих персональных данных в совете Д 212.250.02 _____ В.А. Жулай

Подпись В.А. Жулая заверяю.
И.о. первого проректора. Проректора по науке
доктор техн. наук, профессор



Дроздов И.Г.

06.07.2022 г.

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