

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по науке ФГАОУ ВО
ФГБОУ имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина»
д-р физ.-мат. наук, доцент
Ермаков Александр Викторович

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Артеменко Максима Николаевича

на тему «Повышение маневренности роботизированного дорожного катка»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и
комплексы» в объединенный диссертационный совет ВАК РФ 99.2.109.02,
созданный на базе федерального государственного автономного
образовательного учреждения «Омский государственный технический
университет» и федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения «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, пяти глав,
заключения, списка литературы и приложений. Общий объем 157 страниц,
включая 66 рисунков, 3 таблицы и 3 приложения. Список литературы содержит
122 источника.

Актуальность темы работы

Реализация планов по развитию Российской Федерации не возможна без
учета экономико-географических особенностей государства их социально-
экономических аспектов. Эти особенности ставят дорожное строительство в
один ряд с самыми значимыми отраслями народного хозяйства. Перспективы и
задачи, стоящие перед дорожным строительством, требуют постоянного
развития, совершенствования и модернизации элементов отрасли, материалов,
технологий, строительной техники и др. Одной из составляющих модернизации
является роботизация производства, целесообразностью которой будут:
повышение производительности, снижение эксплуатационных расходов,
повышение качества работ, улучшение условий труда специалистов. При этом,
создание новых видов образцов строительной техники, роботизированных
строительных дорожных машин невозможно без предварительных исследований
в данном направлении, что делает тему диссертационного исследования
актуальной.

ФГБОУ ВО «СибАДИ»	
ОГРН 1025500523950	
Вх. №	23-5216
от	29 12 20 23 г.

Структура и содержание работы

Во введении приведено обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования. Сформулированы научная новизна и практическая ценность работы. Приведены положения, выносимые на защиту. Апробация результатов работы.

В первой главе автором представлена классификация строительных дорожных машин. Установлена зависимость типовых траекторий движения строительных машин от вида и назначения машины, технологии проведения работ. Выявлена зависимость качества работ и производительности роботизированного дорожного катка от качественного планирования траектории его движения и точности позиционирования машины. Проведен анализ существующих роботизированных систем управления, элементов систем, предшествующих работ в области создания дорожных, строительных, в том числе, роботизированных строительных дорожных машин. Представлены выводы по главе.

Рабочая гипотеза в работе состоит в том, что повышение качества работ по уплотнению конструктивных слоев зависит от конструктивных и эксплуатационных параметров машины, параметров системы управления роботизированного дорожного катка и точности его движения по уплотняемой поверхности.

Во второй главе диссертации описана общая методика исследования, методика теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в работе.

В качестве основного метода исследования в работе автор применил метод системного анализа. Данный метод рассматривает роботизированный дорожный каток в виде сложной системы моделей, являющейся совокупностью отдельных, взаимосвязанных подсистем, объединенных причинно-следственными связями, упорядоченно взаимодействующими между собой. Элементами системы моделей являются «рабочая среда», «строительная дорожная машина», «роботизированная система управления». Теоретическое исследование в работе проводилось методом вычислительного эксперимента на ЭВМ с использованием программного продукта MATLAB. Экспериментальные исследования проводились с использованием методов пассивного и активного эксперимента.

В третьей главе диссертации представлена разработанная автором математическая модель сложной динамической системы «рабочая среда - строительная дорожная машина - роботизированная система управления».

Представлены упорядоченно взаимодействующие между собой модели, в которых выходные данные одной модели являются входными для другой и позволяющие описать движение роботизированного катка выполняющего технологические операции по уплотнению дорожных оснований и покрытий.

Математическая модель дорожного катка позволяет определить основные динамические характеристики машины при взаимодействии с уплотняемым основанием, что позволяет, при варьировании параметрами уплотняемого материала, характеристиками траектории движения получать значения ускорения и скорости машины в любой момент времени.

Математическая модель поворота катка позволяет, используя значения базы машины (L), угла поворота вальца (φ), получать радиусы поворота базовых и характерных точек катка, что при наличии данных о скорости машины (V) и скорости поворота поворотного вальца (φ') позволяет строить траекторию движения дорожного катка.

Представленная модель системы управления является алгоритмом работы системы и, на основе входящих данных моделей других подсистем, описывает ее работу по управлению силовой установкой и трансмиссией при выполнении дорожным катком технологической операции по уплотнению дорожного основания. Алгоритм выполнен в виде блок-схемы.

Модель рабочей среды описывает основные силы, возникающие в активной области уплотняемого слоя при взаимодействии с вальцом катка. Данные силы, выражаясь в реакции опорной поверхности, оказывают влияние на модель дорожного катка и являются элементами сложной динамической системы.

В четвертой главе автор приводит результаты теоретического исследования движения дорожного катка по уплотняемой поверхности.

Определены основные виды маневров, выполняемые дорожными катками при выполнении технологических операций. Обоснованы основные параметры траектории характеризующие маневренность катка: дистанция перестроения на параллельный курс $x_{дп}$ (м), интервал перестроения на параллельный курс $y_{ин}$ (м), смещение поворотного вальца при перестроении Δy_n (м), дистанция разворота $x_{др}$ (м), интервал при развороте $y_{ур}$ (м), смещение поворотного вальца при развороте Δx_p и Δy_p (м).

Введено понятие *Расчетный случай* характеризующее алгоритм перестроения (перестроение при движении с постоянной скоростью, перестроение с места с разгоном до рабочей скорости).

Представлен план проведения теоретических исследований.

Подробно исследован и описан маневр перестроения катка на параллельную полосу уплотнения. Описаны этапы перестроения. Исследована зависимость параметров траектории от корректной работы системы управления. Представлен разработанный автором алгоритм работы системы управления по расчету длительности этапов перестроения, реализация которого обеспечивает приведение катка в расчетное положение с заданной точностью.

Представлены результаты исследования влияния параметра *Расчетный случай*, скорости движения машины V (км/ч), скорости поворота поворотного вальца φ' (град/с), базы машины L (м) на значения параметров характеризующих маневренность дорожного катка: $x_{дп}$ (м), $y_{ин}$ (м), Δy_n (м), $x_{др}$ (м), $y_{ур}$ (м), Δx_p и Δy_p (м). Получены функциональные зависимости параметров траектории движения катка характеризующих его маневренность от конструктивных и эксплуатационных параметров машины.

Выводы по главе подробно отражают основные результаты исследования.

В пятой главе автором представлены основные результаты экспериментальных исследований. Представлена цель и задачи исследования.

Описаны условия проведения эксперимента, дано подробное описание применяемого оборудования и оснащения, порядок исследования.

Автором произведен сравнительный анализ результатов теоретического и экспериментального исследования, на основе которого была произведена оценка адекватности математической модели сложной динамической системы «Роботизированная система управления – Строительная дорожная машина – Рабочая среда».

Предложена методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров роботизированного дорожного катка, обеспечивающих требуемые параметры траектории движения катка, алгоритм методики.

Представлены выводы по главе.

Основные результаты и выводы содержат результаты диссертации, описание перспектив дальнейшей разработки темы исследования.

Приложения включают: экономическое обоснование целесообразности создания роботизированных строительных машин, акт внедрения методики выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров дорожного катка, обеспечивающих требуемые параметры траектории движения катка, акт внедрения результатов диссертационной работы Артеменко М.Н. в учебный процесс.

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 роботизированного дорожного катка по уплотняемой поверхности;
- разработан алгоритм работы системы управления роботизированного дорожного катка обеспечивающий требуемые параметры движения;
- разработан алгоритм работы системы управления роботизированного катка по расчету этапов поворота катка, обеспечивающий приведение катка в расчетное положение с требуемой точностью;
- получены функциональные зависимости параметров траектории движения катка от эксплуатационных и конструктивных параметров машины.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработанные алгоритмы работы системы управления могут быть использованы при создании систем управления роботизированных дорожных катков.

Разработанная методика по выбору основных параметров дорожных катков, обеспечивающая требуемые параметры траектории движения может быть использована при создании новых образцов дорожных катков и систем управления роботизированных катков.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования предприятиям и организациям транспортно-строительного комплекса, эксплуатирующими дорожные катки в дорожном строительстве, предприятиям, занимающимся разработкой и производством дорожных катков и систем управления.

По теме диссертации автор имеет 8 опубликованных работ, в том числе 3 работы в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и рекомендованных по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание диссертационной работы соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы», п.5 - Математическое моделирование рабочих процессов транспортно-технологических средств, при взаимодействии с опорной поверхностью и рабочими средами, п.6 – Оптимизация конструкций и синтез законов управления движением наземных транспортно-технологических средств и их комплексов.

Замечания по диссертационной работе

1. В п. 1.5 «Обзор предшествующих работ в области моделирования роботизированных СДМ» автором не представлен обзор предшествующих исследований движения дорожных катков по уплотняемой поверхности.

2. В главе 4 п.4.2 рис. 4.12 представлен алгоритм – Определение поворотных точек, его название, на наш взгляд, не соответствует его назначению. Алгоритм предназначен для расчета длительности этапов поворота при осуществлении маневра, т.е. планированию пути.

3. Из текста диссертации неясно, каким образом получены аппроксимирующие функции параметров, характеризующих траекторию движения катка.

4. В качестве демонстрации возможностей по управлению траекторией движения катка, с использованием предложенных автором алгоритмов, следовало бы привести примеры перестроения не только на параллельную полосу и поворот на угол 90^0 , но и движения, например, по большому радиусу, поворот на угол 120^0 и т.п.

5. Следовало бы дать более четкое разграничение предложенных автором алгоритмов управления движением роботизированного катка на алгоритмы планирования траектории и управление траекторией.

Заключение

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации, которая представляет собой законченную, самостоятельно выполненную работу на актуальную тему. Разработанные в диссертации положения могут быть квалифицированы как решение научной задачи, имеющей значение для развития отрасли знаний о рабочих процессах дорожных машин.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

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

Диссертационная работа включает достаточное количество исходных данных, содержит расчеты, графики, рисунки, пояснения. Аккуратно оформлена, написана технически квалифицированно. 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, Артеменко Максим Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Отзыв одобрен на заседании кафедры «Подъемно-транспортные машины и роботы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». После обсуждения принято решение о положительном Отзыве ведущей организации на диссертационную работу Артеменко Максима Николаевича. Протокол № 4 от 15.12.2023 г.

Председатель заседания, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины и роботы», доцент, кандидат технических наук



Лукашук
Ольга Анатольевна

16.12.2023

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Почтовый адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.

Тел: +7(343)375-45-54. E-mail: ptmir@inbox.ru

Савицкая А.А.
25.12.2023
Декан Инженерно-технического факультета М.И.