

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента

Тюремнова Ивана Сергеевича

на диссертационную работу Артеменко Максима Николаевича

«Повышение маневренности роботизированного дорожного катка»,

представленную на соискание ученой степени

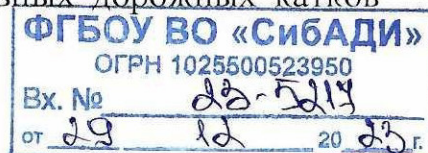
кандидата технических наук по специальности

2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

(технические науки)

1. Актуальность научной проблемы.

Машины для уплотнения дорожно-строительных материалов являются неотъемлемой частью машино-дорожных отрядов по строительству слоев основания и покрытия автомобильных дорог. С учетом необходимости увеличения прочности и долговечности автомобильных дорог в РФ, снижения затрат на их строительство и ремонт в условиях постоянно возрастающих интенсивности движения и нагрузки на ось транспортных средств, необходимо обеспечение безусловного соблюдения требований к качеству используемых дорожно-строительных материалов и технологиям их укладки и уплотнения. Для соблюдения требований к режимам уплотнения дорожно-строительных материалов необходимо исключение влияния «человеческого фактора» и связанных с этим нарушений технологии уплотнения и схемы движения дорожных катков при выполнении работ. Это может быть реализовано путем повышения степени автоматизации управления дорожными катками, вплоть до полного отказа от человека-оператора и передаче всех функций управления режимами работы вибровозбудителя дорожных катков, изменением скорости и направления движения системе управления. С учетом изменяющихся в процессе функционирования условий производства работ, системы управления перспективных дорожных катков



должны иметь возможность анализа изменения внешних условий и их учета для корректировки в реальном времени траектории движения и режимов работы, т.е. быть роботизированными. Управление траекторией движения является важной составляющей управления роботизированным катком, поскольку в процессе уплотнения асфальтобетонных смесей каток перемещается по сложной траектории, определяемой комбинацией возвратно-поступательных перемещений вдоль полосы укладки со смещениями поперек полосы укладки для реализации заданной схемы проходов. Задача может осложняться работой на сравнительно коротких захватках и одновременной работой нескольких машин.

Рассматриваемая диссертационная работа направлена на выявление функциональных зависимостей параметров, характеризующих маневренность роботизированного дорожного катка, от его конструктивных и эксплуатационных параметров, а также на разработку алгоритма работы системы управления роботизированного дорожного катка, обеспечивающих требуемые параметры движения и поэтому **является актуальной**.

2. Научная новизна диссертационной работы.

Научную новизну диссертационного исследования составляют функциональные зависимости параметров, характеризующих траекторию движения катка: дистанции перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте в зависимости от конструктивных и эксплуатационных параметров машины. Научную новизну также составляет разработанная математическая модель динамической системы «рабочая среда – дорожный каток – система управления», позволяющая проводить моделирование работы системы управления движением и исследовать движение катка по уплотняемой поверхности.

3. Достоверность и обоснованность научных положений и выводов

диссертационной работы.

Обоснованность и достоверность основных научных положений, результатов и выводов диссертационного исследования базируются на использовании апробированных методов математического моделирования и сравнении его результатов с экспериментальными данными.

4. Практическая значимость работы.

Значимость для практики представляет методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров, обеспечивающих необходимые параметры траектории движения катка: дистанцию перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанцию и интервал разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте. Они могут быть использованы при проектировании и модернизации конструкций перспективных роботизированных дорожных катков. Результаты работы внедрены в ООО «Завод дорожных машин» (г. Рыбинск Ярославская область) и учебный процесс ФГБОУ ВО «СибАДИ».

5. Анализ содержания диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка литературы и трех приложений. Изложенные в диссертации материалы представлены на 157 страницах машинописного текста, включая 66 рисунков и 3 таблицы. Список литературы включает 122 наименований.

Диссертация написана в соответствии с нормами научно-технических публикаций. Содержание автореферата отражает основные положения, результаты и выводы диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность работы и показаны ее цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Приведены данные о методологии исследования, апробации результатов и публикациях, выполненных соискателем по теме диссертации.

В первой главе представлен анализ работ выполняемых строительными и дорожными машинами. Приведены общие схемы движения СДМ при производстве строительных дорожных работ. На основании анализа нормативно-технической документации и правил производства работ СДМ были сформулированы параметры оценки качества работ при контроле ширины уплотняемого слоя и сформирован критерий эффективности, характеризующий маневренность роботизированного дорожного катка.

На основании анализа существующих роботизированных систем управления курсом дорожных машин был обоснован выбор вида системы управления.

Анализ элементов роботизированных систем управления мобильных дорожных машин сформулированы требования, предъявляемые к управляющим системам мобильных дорожных машин.

Обзор предшествующих работ в области моделирования роботизированных СДМ показал отсутствие математических моделей движения по заданной траектории роботизированных дорожных катков. Вместе с тем был определен перечень математических моделей, которые частично могут быть использованы при решении поставленной задачи.

Во второй главе представлена общая методика исследования, состоящая из теоретической и экспериментальной частей. Описаны этапы разработки математической модели и проведения вычислительного эксперимента, а также этапы экспериментальных исследований, обоснование количества опытов, расчет погрешности и погрешности измерений.

В третьей главе представлено описание математической модели динамической системы «рабочая среда – дорожный каток – система управления». Дорожный каток представлялся двухмассной моделью, в которой первая масса соответствовала переднему двухвальцовому модулю. Вторая масса (одновальцовый задний модуль) соединялась с передним модулем шарнирно. Для наиболее тяжелых условий (трогания в предельно допустимый подъем на покрытии из рыхлого щебня) получены зависимости

для расчета требуемой силы тяги и мощности двигателя с учетом величины уклонов и радиуса поворота. Разработана математическая модель рабочей среды (уплотняемого материала), взаимодействующей с рабочим органом дорожного катка, учитывающая вязкие, упругие и пластические составляющие деформации. Сформирован алгоритм функционирования системы управления для осуществления движения роботизированного дорожного катка с заданной скоростью по любой заданной траектории с учетом конструктивных и эксплуатационных параметров машины.

В четвертой главе представлены результаты теоретических исследований. На основании анализа работ выполняемых дорожными катками при уплотнении дорожных оснований и покрытий были выделены основные виды выполняемых маневров: прямолинейное движение (прямой и обратный ход); перестроение на параллельный курс при переходе с одной уплотняемой полосы на другую (прямой и обратный ход); разворот катка. Определены параметры, оказывающие влияние на маневренность катка: база катка, скорость поворота поворотного вальца, скорость движения катка и вид маневра. Разработан алгоритм приведения катка в расчетное положение с заданной точностью при перестроении и развороте.

Получены функциональные зависимости для расчета дистанции перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте для длины базы в диапазоне 1,5...3,5м; скорости поворота поворотного вальца в диапазоне 6...18 град/с и скорости катка в диапазоне 2...7 км/ч.

В пятой главе представлены экспериментальные исследования по определению численных значений эксплуатационных параметров – скорости машины, скорости поворота поворотного вальца при выполнении маневра перестроения дорожного катка на параллельную полосу движения, на установленные дистанции и интервал. Исследования проводились на вибрационном трёхвальцовом катке ДУ-107, для которого измерялись скорость дорожного катка, скорость поворота поворотного вальца и

траектория движения дорожного катка (координаты). Для фиксации траектории движения катка при перестроении и развороте были разработаны и применены оригинальные технические решения. Полученные экспериментальные значения результатов дистанции перестроения и смещения поворотного вальца с приемлимой погрешностью совпадают с расчетными.

Разработана методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров роботизированного дорожного катка, обеспечивающих требуемые параметры траектории движения для диапазона изменения параметров двухосных и трёхосных катков: длины базы в диапазоне 1,5...3,5м; скорости поворота поворотного вальца в диапазоне 6...18 град/с; скорости катка в диапазоне 2...7 км/ч.

В заключении представлены выводы о полученных результатах исследований, позволяющие судить об успешном выполнении поставленных в исследовании задач.

Основные положения работы соискателя изложены в 8 публикациях, в том числе в 3 статьях в журналах, рекомендованных ВАК и 5 статей в сборниках материалов научных конференций.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и в достаточной мере отражает основные её положения и выводы.

6. Замечания по диссертационной работе.

1. При анализе систем управления современными вибрационными катками автором не было затронуто влияние возможностей систем «интеллектуального уплотнения» на требования и условия функционирования системы автоматического управления траекторией и скоростью движения вибрационного катка. В то время как автоматическое изменение частоты колебаний вибрационного вальца при уплотнении асфальтобетонных смесей (например, при движении по слою асфальтобетонной смеси с постоянно изменяющейся по длине захватки температурой) требует соответствующей автоматической

- корректировки скорости движения катка для поддержания в заданном диапазоне значений т.н. «ударного пространства» (расстояния, которое проходит валец за время, равное периоду колебаний) для исключения образования «гребёнки» на покрытии.
2. В работе представлен анализ существующих систем глобального и локального позиционирования, необходимых для определения в режиме реального времени местоположения катка в процессе выполнения работ. Представлены значения погрешности определения координат объектов при использовании различных систем позиционирования. Однако в диссертации не рассматривается вопрос влияния погрешности определения координат катка (при использовании различных систем позиционирования или использовании различного количества спутников с учетом возможности их экранирования, например, городской застройкой) на точность реализации требуемой траектории движения и расчета интервала перестроения катка при условии обеспечения гарантированного перекрытия проходов при маневрировании в автоматическом режиме.
 3. При составлении уравнения тягового баланса катка при трогании с места в диссертации не приведена проверка на обеспечение силы тяги по сцеплению и возможность пробуксовки.
 4. В диссертации указано (на стр. 94), что при скорости поворота вальца более 18 град/с возможно смещение уплотняемого материала и образование трещин на асфальтобетонном покрытии. Однако автор не указывает для каких значений ширины вальца получены эти данные и как учитывается требование недопустимости образования трещин в асфальтобетонной смеси при маневрировании катков с различной шириной вальцов.
 5. В диссертации указывается, что методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров дорожного катка предусматривает использование математической модели,

представленной в главе 3. Однако из работы в явном виде не ясно, каким образом автор использует разработанную реологическую модель деформирования активной области уплотняемого слоя при взаимодействии с вальцом дорожного катка, являющейся составной частью общей математической модели.

6. Из работы не ясно, возможно ли применение разработанного алгоритма работы системы управления дорожного катка, обеспечивающего движение машины по заданной траектории с требуемой точностью для реализации различных схем выполнения проходов при уплотнении слоя асфальтобетонной смеси различной ширины (т.е. перестроения с различными интервалами на смежных проходах), помимо перестроения на смежную полосу движения с постоянным интервалом (рис. 3.3 на стр. 70).

Перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, выполненной на актуальную тему на высоком научно-техническом уровне.

Заключение.

На основании содержания диссертации можно сделать вывод о том, что она является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором лично, содержащей новое научно обоснованное решение актуальной для дорожно-строительной отрасли задачи создания нового поколения роботизированных дорожно-строительных машин.

Диссертация соответствует научной специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» (технические науки). Диссертация соответствует требованиям пунктов 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор - Артеменко

Максим Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» (технические науки).

Официальный оппонент:

кандидат технических наук

(специальность 05.05.04 - Дорожные, строительные

и подъемно-транспортные машины), доцент

кафедры «Строительные и дорожные машины»

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный

технический университет».

Телефон: (8-4852) 44-04-73.

Адрес электронной почты: tyuremnovis@ystu.ru

Тюремнов Иван Сергеевич

08.12.2023г.

Наименование организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный технический университет».

Почтовый адрес места работы: 150999, Россия, г. Ярославль, Московский проспект, 88.

Адрес электронной почты места работы: info@ystu.ru

Подпись кандидата технических наук,
доцента Тюремнова И.С. заверяю:

Начальник
управления
персонала



М.А. Андрейчева

08.12.2023г.

С одобрением организатора
23.12.2023г.
И.И. Андреев И.И.