



С И Б И Р С К И Й
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т | S I B E R I A N
F E D E R A L
U N I V E R S I T Y

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
http://www.sfu-kras.ru, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО «Сибирский
Федеральный университет»

Денис Сергеевич Гуц



2022 г.

№ _____
на № _____ от _____

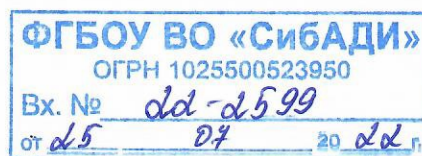
ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Михеева Виталия Викторовича на тему «Развитие теории проектирования дорожных катков для энергоэффективного уплотнения грунтов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины»

Актуальность темы работы

Транспортная стратегия Российской Федерации до 2035 года предусматривает беспрецедентное развитие транспортной инфраструктуры, в первую очередь автомобильных дорог. Задача увеличения объемов и темпов дорожного строительства при возрастающем качестве дорог требует развития высокопроизводительной строительной техники, в особенности машин для уплотнения дорожно-строительных материалов.

Наряду с этим, требование соответствия качества отечественной дорожно-строительной техники лучшим мировым аналогам заставляет искать все возможные способы повысить ее производительность без снижения качества работ при снижении затрат ресурсов. Это делает необходимым комплексный подход к исследованию возможностей интенсификации процесса



уплотнения, теоретически рассматриваемого с точки зрения энергоэффективности его протекания.

Тем самым становится очевидной актуальность темы работы, ставящей задачу обоснования путей развития уплотняющей техники на примере катков, отдавая приоритет эффективному использованию ресурсов при неизменном требовании повышения производительности работ.

Структура и содержание работы

Введение содержит обоснование актуальности темы работы, включая теоретические и технологические основы повышения производительности дорожных катков. Изложены формулировка цели работы, научных задач, требующих решения для ее достижения, обосновывается научная гипотеза, обуславливающая цель работы. Приводится обоснование новизны полученных результатов и общая информация о структуре работы.

Первая глава работы включает сведения о существующих исследованиях в области интенсификации процесса уплотнения грунтовых сред дорожными катками. Рассматриваются и классифицируются различные источники потерь энергии, затрачиваемой на уплотнение грунтов при работе катков. Выявляются источники потерь, вклад которых возможно частично или полностью нейтрализовать переходом к энергоэффективному уплотнению. Формулируется подход, в рамках которого будут решены задачи, поставленные в работе. Рассматривается эффективность преобразования энергии, передаваемой уплотняемой среде и затрачиваемой на ее необратимое деформирование.

Во **второй главе** рассмотрены свойства грунтовых сред при их взаимодействии с рабочим органом дорожного катка. Выявлены особенности деформирования грунта, представленного как упруговязкопластичная среда. Определены характеристики среды, зависящие от её текущего состояния, определен характер распределения нормальных напряжений по толщине слоя при его поверхностном деформировании.

Сделан вывод о необходимости такого воздействия катка на среду, чтобы ее сопротивление деформированию было наименьшим и сформулированы принципы адаптирования уплотняющего воздействия катка, обеспечивающего энергоэффективное уплотнение.

Третья глава посвящена описанию математической модели взаимодействия рабочего органа катка с уплотняемой средой. Обосновано использование для этого подхода сосредоточенных параметров, как наиболее эффективного для выявления затрат энергии уплотнителя на накопление средой неупругих деформаций.

Отличительной чертой выбранного подхода является учет распределения нормальных напряжений, ведущих к уплотнению грунтовой среды. Неоднородность этого распределения приводит к необходимости перехода к многомассовым моделям, описывающим активную область грунтовой среды, участки которой различаются по характеру накопления неупругих деформаций. Это позволило учесть энергию уплотняющего воздействия катка, передаваемого грунту и включить в рассмотрение движение рабочего органа катка, в том числе и при реализации динамических режимов уплотнения.

Решена задача об определении жесткостей и вязкостей реологически неодинаковых участков активной области уплотняемой среды и определяется влияние на них воздействия катка и характеристик рабочего органа. Для этого был выбран вид распределения нормальных напряжений по толщине слоя по Вестергаарду, позволяющей учесть связанность грунта.

Предложен алгоритм численного решения полученных уравнений движения системы «рабочий орган катка – уплотняемая среда», позволяющий наряду с определением деформаций слоя, находить энергию, передаваемую катком уплотняемой среде, в том числе и ее долю, расходуемую на неупругое деформирование.

Четвертая глава рассматривает экспериментальное подтверждение адекватности теоретического описания взаимодействия рабочего органа катка с уплотняемым слоем. В рамках серии опытов по деформированию слоя

супесчаного и суглинистого грунтов штампами различной формы, имитирующими поверхность рабочего органа было получено удовлетворительное соответствие экспериментальных данных и результатов теоретических расчетов.

Дальнейшие экспериментальные исследования проводились в реальных производственных условиях для дорожных катков при уплотнении супесчаных и суглинистых грунтов. При этом удалось выявить соответствие результатов экспериментов по вибрационному деформированию грунта катками его теоретическому описанию, находящееся в рамках погрешностей измерений. Были выявлены также зависимости величины накопленной грунтом необратимой деформации от параметров скоростного и частотного режима работы катка

Пятая глава включает изложение теоретических основ определения энергоэффективных режимов уплотнения грунтов. На основе численного моделирования уплотнения супесчаных и суглинистых грунтов вибрационными катками были выявлены режимные параметры катков, обеспечивающие наиболее эффективное поглощение энергии уплотняемой средой на всех этапах работы катка. Определены величины, характеризующие энергоэффективность и производительность работы катков по уплотнению грунтов – приведенная производительность и приведенная обратная энергоемкость. В качестве величины для комплексной оценки эффективности деформирования грунтов рабочими органами катков в работе обоснован показатель - полное механическое сопротивление грунтовой активной области.

Шестая глава посвящена описанию практических результатов исследований. Комплексный подход к повышению энергоэффективности работы катков по уплотнению грунтов стал основой для проектирования конструкции новых конструкций катков (защищенных патентами РФ). В частности, дорожный каток, оснащенный дополнительным вальцом, который позволяет компенсировать энергопотери при вибрационном уплотнении, повысив эффективность передачи энергии уплотняемой среде на 15-25%. В

работе выявлены рациональные массово-габаритные характеристики новых рабочих органов и разработана расчетная схема их подбора для легких, средних и тяжелых вибрационных катков. Результатом работы стали разработанные рекомендации по выбору комплекса режимных параметров работы вибрационных катков, обеспечивающих энергоэффективное уплотнение, реализованные в виде программного приложения. Также были сформулированы положения, ставшие основой для разработки новых защищенных патентами РФ конструкций генераторов периодического воздействия (вибровозбудителей) и гидрошинных рабочих органов вибрационных катков, повышающих эффективность передачи энергии уплотняемой среде за счет естественного адаптирования их деформативных свойств.

Экономическая эффективность новых энергоэффективных режимов работы дорожных катков при уплотнении грунтов была подтверждена расчетом, выявившим повышение производительности не менее, чем на 8-12% при соответствующем уменьшении затрат.

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

В приложении приведены акты испытаний, листинги программ, копии документов, подтверждающих апробацию полученных в работе результатов и патентов РФ на изобретения и полезные модели.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

Результаты, полученные автором в диссертации, не содержат противоречий с проведенными ранее исследованиями. Полученные экспериментальные данные подтвердили теоретические положения, развитые в диссертации. Расчеты, проведенные в диссертации, имеют достаточную точность. Автором квалифицированно применяются современные методы теоретической и технической механики, теории уплотнения грунтов, теории

вероятности и математической статистики. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в диссертации в полном объеме.

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

Новизну результатов работы отражают следующие результаты:

- разработана математическая модель работы катка при уплотнении грунтовой среды, учитывающая характер развития напряженно-деформированного состояния по толщине деформируемой среды и определены зависимости физико-механических характеристик активной области грунта от вида воздействия рабочего органа;

- выявлены закономерности передачи энергии уплотнителя грунтовой среде в зависимости от динамических и частотных характеристик силового воздействия и скорости поступательного движения дорожных катков;

- выявлен комплексный характер влияния параметров дорожных катков, режимов их работы и физико-механических свойств уплотняемого грунта на энергоэффективность процесса уплотнения. Определены величины, количественно характеризующие эффективность передачи уплотняемому материалу энергии уплотнителя;

- введены новые научные термины, уточняющие существующие определения для описания производительности и энергозатрат катков на энергоэффективных режимах работы.

Практическая ценность

Практическая ценность результатов исследования определяется возможностью их использования для повышения производительности дорожных катков при устройстве земляного полотна автомобильных дорог, а также снижения затрат времени и ресурсов при строительстве дорог.

Использование результатов исследования возможно при разработке новых высокопроизводительных дорожных катков для уплотнения грунтов и их рабочих органов, а также для совершенствования существующих моделей вибрационных катков.

В рамках работ по теме диссертации были получены 2 патента РФ на изобретения, 6 патентов РФ на полезные модели в области уплотняющей дорожной техники.

Ценность результатов работы подтверждается их внедрением как на предприятиях дорожно-строительной сферы, так и на предприятиях, выпускающих и проектирующих дорожно-строительные машины.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты исследования могут быть рекомендованы для использования как предприятиям и организациям дорожно-строительного комплекса, эксплуатирующими дорожные катки при строительстве дорог, так и предприятиям, занимающимся разработкой и производством дорожных машин, что несомненно будет способствовать эффективному импортозамещению в области производства и эксплуатации строительной техники.

По теме диссертации автор имеет 40 опубликованных работ, в том числе 10 работ в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и рекомендованных по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины», 8 публикаций в журналах, входящих в международные базы научного цитирования «Scopus» и «Web of Science». Опубликовано 1 монографии. Получено 8 патентов на изобретения и полезные модели.

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. 3. Совершенствование технологических процессов на основе новых технических решений конструкций машин.).

Замечания по диссертационной работе

1. Тема диссертационной работы формулируется в отношении широкого класса «дорожных катков», однако в дальнейшем сужается на повышение энергоэффективности работы гладковальцовых вибрационных катков.

2. При моделировании взаимодействия рабочего органа катка с уплотняемой средой явно не приведено условие формирования уплотненного грунтового ядра.

3. У графиков характеристик на рис. 4.19 и 4.20 отсутствуют подписи осей координат.

4. Декларируемое в работе снижение затрат ресурсов, в частности горючего, неявно определяемого приведенной обратной энергоемкостью, следовало бы выразить в единицах с размерностью, показывающих экономию горючего.

5. Работа несвободна от отдельных опечаток, что, однако, не сказывается на ее научной ценности.

Заключение

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Разработанные в диссертации положения могут быть квалифицированы как решение крупной научно-технической проблемы повышения эффективности использования вибрационных катков в дорожном строительстве для уплотнения грунтов земляного полотна, имеющей важное народнохозяйственное значение. Полученные результаты соотносятся с задачами, установленными в Транспортной стратегии Российской Федерации до 2035 года.

Результаты представленных в работе исследований достоверны, сделанные выводы обоснованы.

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 законченной научно-квалификационной работой, отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, предусмотренными пп 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Михеев Виталий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.04 – «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Транспортные и технологические машины», протокол № 11 от 28.06.2022 г.

Председатель заседания кафедры,
профессор кафедры «Транспортные
и технологические машины», доктор
технических наук (спец. 05.05.04
«Дорожные, строительные и
подъемно-транспортные машины»),
доцент ВАК РФ



Виталий Васильевич Минин

30.06.2022

С отзывом ознакомлен Михеев / В. В. Михеев
25.07.22