

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д 05.23.664

На правах рукописи
УДК 625.7/8(043.3)

ГАПАРОВА ЖАНАРКАН ТАХТАХУНОВНА

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ НА ЛЕДЯНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОЙ ДОРОГИ**

05.05.04 - дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

БИШКЕК - 2023

Диссертационная работа выполнена на кафедре механики и промышленной инженерии Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.

Научный руководитель:	Тургумбаев Женишбек Жумадылович доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механики и промышленной инженерии Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова
Официальные оппоненты:	Диметов Хаким Нишанбаевич доктор технических наук, профессор, менеджер по корпоративным отношениям компании SADE CGTH JSI Республики Узбекистан, академик Международной академии транспорта Шотан Сатжан Ибрайханович кандидат технических наук, доцент, главный эксперт учебно-методического отдела Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати Республики Казахстан
Ведущая организация:	Государственное предприятие проектно-исследовательский институт «Кыргыздортранспроект» Адрес: 720020, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Саманчина, 6.

Защита диссертации состоится 30 июня 2023 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.23.664 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора (кандидата) технических наук при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720020, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34, б, ауд. 1/101, www.kstu.kg, тел: 0(312) 543561, факс: 0(312) 545162. Идентификационный код онлайн трансляции защиты диссертации: <https://vc.vak.kg/b/052-cxc-nsq-nbk>.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по адресу: 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66 и Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44 и на сайте www.kstu.kg.

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.т.н., доцент



Маданбеков Н.Ж.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Кыргызская Республика как горная страна имеет сеть автомобильных дорог, расположенных в горной местности, которые по статистике являются самыми высокогорными дорогами в мире. Дороги имеют сложные перевальные участки, проходящие на высоте 3 000 метров и более. Особая опасность для передвижения транспортных средств создается в зимнее время. Ледяной покров, низкая температура окружающей среды обуславливают образование ледяной корки на поверхности автомобильных дорог. Дорога становится скользкой, возрастает длина тормозного пути, увеличивается опасность заноса транспортных средств вследствие резкого уменьшения коэффициента сцепления колес с ледяной поверхности дороги. Возникает реальная угроза дорожной и транспортной безопасности, прежде всего для водителей и пассажиров. Кроме того, прекращение движения транспортных средств в экстремальных ситуациях ведет к экономическим потерям, порче сельскохозяйственных продуктов, несвоевременной доставке грузов и т.д. С учетом реализации строительства и содержания дорог стратегического назначения как внутри страны (дороги Бишкек - Торугарт, Бишкек - Ош, Ош - Эркечтам, Суусамыр - Тараз и т.д.), так и межгосударственного масштаба (дорога, выходящая к морю: Россия - Казахстан - Кыргызстан - Китай - Афганистан - Пакистан) становится актуальной проблемой качественного содержания горных дорог, особенно в зимнее время. По данной проблеме занимались такие ученые как Г.Л. Карабан (1965-1979 гг.), В.П. Сорока (1963-1967 гг.), Г.В. Бялобжеский (1965-1973 гг.), Т.В. Самодурова (1995-2003 гг.), Ж.Ж. Тургумбаев (1997-2015 гг.), М. Питер (1980-1986 гг.), К. Джон (1979-1987 гг.), С. Малик (1975-1988 гг.), Т. Моут (1982-1990 гг.) и др.

Применяемые в настоящее время машины для распределения химических концентратов (смесь соли с песком) при борьбе с гололедицей являются экологически вредными и могут нанести урон растительности. Кроме того, применение традиционных пескорозбрасывателей малоэффективно на горных дорогах, имеющих значительные продольные уклоны, так как каменистые частицы, разбрасываемые на ледяную поверхность горной дороги, скатываются вниз, в результате чего эти участки поверхности дорог остаются «чистыми». Эти участки дороги с уклонами являются особо опасными с точки зрения скользкости.

Вышеизложенные обстоятельства обуславливают разработку устройств для образования на ледяной поверхности горных дорог антискользящих шероховатостей, например, из каменистых частиц.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнена по государственным научно-исследовательским планам Кыргызской Республики «Повышение дорожно-транспортной безопасности горных дорог в экстремальных условиях», государственная регистрация №0004934 и

«Разработка технологии и термо-механического оборудования для повышения сцепления колес транспортных машин с ледяной поверхностью горной дороги», государственная регистрация №0007063.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является повышение безопасности транспортных средств на ледяной поверхности горной дороги путем модернизации устройства для образования каменистых шероховатостей.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи исследования:

- провести теоретические исследования процесса взаимодействия пневматических колес транспортных средств с ледяной поверхностью горной дороги при наличии каменистых (песчаных) шероховатостей;
- определить параметры распределительного барабана устройства для образования шероховатостей на ледяном покрове горной дороги;
- разработать экспериментальные устройства и методики экспериментальных исследований процессов распределения и погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги;
- провести экспериментальные исследования в лабораторных и натурных условиях процесс образования каменистых шероховатостей на ледяном покрове горной дороги;
- оценить тяговые и тормозные характеристики колесных движителей транспортных средств на ледяном покрове горной дороги с каменистыми шероховатостями;
- разработать методику расчета параметров и рекомендации по проектированию устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги.

Научная новизна работы:

- разработаны математические модели взаимодействия пневматических колес с ледяной поверхностью, позволяющие определить тяговую силу транспортных средств на горной дороге при наличии каменистых (песчаных) шероховатостей;
- получены зависимости, позволяющие определять углы захвата и соотношения диаметров каменистых частиц и распределительного барабана устройства для образования шероховатостей на ледяном покрове горной дороги;
- получены уравнения регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги при действии следующих факторов: температуры каменистых частиц; температуры окружающей среды (льда) и диаметра каменистых частиц.

Практическая значимость полученных результатов. Определена эффективность распределения и погружения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги в зависимости от размеров и температуры нагрева каменистых частиц и температуры внешней среды.

Разработана методика расчета параметров устройства для образования шероховатостей на ледяной поверхности горной дороги; рекомендации по проектированию устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги; оригинальное устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги (на конструкцию устройства получен патент КР на изобретение № 1377).

Экономическая значимость полученных результатов.

Реализация инженерно-конструктивного решения «Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги» позволит снизить время распределения нагретых каменистых частиц на наклонной ледяной поверхности горной дороги. Экономический эффект от снижения энергии на дополнительный нагрев каменистых частиц на одну машину в год составляет 25 тысяч сомов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- математические модели для определения тяговой силы транспортных средств на горной дороге при наличии каменистых шероховатостей;
- уравнения регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги;
- экспериментально выявленные закономерности по росту тяговых усилий транспортных средств на ледяной поверхности с каменистой шероховатостью;
- методика расчета параметров устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги.

Личный вклад соискателя. Соискателем лично разработаны теоретические зависимости для определения кинематических параметров движения каменистых частиц; математические модели взаимодействия пневматических колес с ледяной поверхностью. Получены уравнения регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги. Разработаны методика экспериментальных исследований, проведены экспериментальные исследования и получены результаты экспериментальных исследований.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на: международных научно-технических конференциях (Ош, ОшТУ, 2001–2003 гг.); международной научно-практической конференции «Инновационные технологии: теория и практика» (Алматы, 2004 г.); международной научно-практической конференции «Автомобильные дороги и транспортные машины: проблемы и перспективы развития» (Алматы, 2004 г.); Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической промышленности» (Санкт-Петербург, 2004 г.); международных научно-технических конференциях КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек, КГТУ, 2004–2023 гг.); международной научно-технической конференции «Совершенствование конструкций и системы эксплуатации транспортной техники» (Алматы, 2010 г.); научно-техническом

совете научно-исследовательского института физико-технических проблем при КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек, 2007–2023 гг.); международной научно-технической конференции «Строительная наука и образование: интеграция вузовской науки в устойчивое инновационное развитие страны» (Бишкек, КГУСТА, 2022 г.).

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. По результатам диссертационной работы опубликовано 25 научных публикаций, в том числе 12 из списка НАК КР, 2 РИНЦ РФ и 2 патента на изобретение Кыргызской Республики.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы из 106 наименований и приложения. Диссертация изложена на 164 страницах и включает 67 рисунка и 8 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении раскрывается актуальность темы, изложены цель, задачи исследования, научная новизна и оценка практической значимости полученных результатов.

В первой главе «Анализ конструкций и исследований машин для зимнего содержания дорог» проведен сравнительный анализ исследований и разработок отечественных и зарубежных конструкций машин для распределения каменистых частиц на ледяную поверхность дороги.

Вопросами взаимодействия пескорозбрасывателей с ледяным дорожным покрытием занимались ученые Г.Л. Карабан, В.П. Сорока, Г.В. Бялобжеский, В.И. Баловнев, Н.П. Александрова, В.Н. Кузнецова, А.С. Александров, Т.В. Самодурова, Ж.Ж. Тургумбаев, М.С. Кульгильдинов и др. За рубежом известны работы М. Питера, К. Джона, С. Малика, D.E. Peterson и др.

Научные результаты вышеуказанных работ явились основой создания ряд существующих машин для зимнего содержания дорог и позволили вести научные исследования по повышению безопасности движения транспортных машин на горных дорогах, имеющих значительные продольные уклоны.

Во второй главе «Теоретический анализ взаимодействия ходового оборудования транспортных средств с ледяной поверхностью горной дороги» приведены теоретические исследования устройства для образования шероховатостей путем распределения на ледяную поверхность горной дороги нагретых каменистых частиц.

Объект исследования: устройство для образования шероховатостей на ледяной горной дороге.

Предмет исследования: закономерности образования каменистых шероховатостей на ледяном покрытии горной дороги от холодной температуры внешней среды.

Одним из основных преимуществ разрабатываемого (модернизированного) распределительного оборудования для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги является

обеспечение минимального по времени нахождения нагретых каменных частиц в пути от выхода транспортера до остановки на ледяной поверхности горной дороги.

Траектория движения каменных частиц от выхода из транспортера до посадки на ледяной поверхности горной дороги модернизированного распределителя показана на рисунке 1. Нагретая каменная частица 1 выходит из бункера с помощью транспортера 2 с начальной скоростью v_0 . В точке A происходит отрыв каменной частицы от транспортера. Далее каменная частица совершает полет со скоростью v_1 и попадает на наклонную пластину 3 в точке B . До точки C каменная частица по наклонной поверхности совершает катание со скоростью v_2 . В точке C каменная частица вовлекается в круговое движение со скоростью v_3 упругой прокладкой 4 распределительного барабана. В точке D каменная частица останавливается ($v_4=0$) и происходит внедрение в ледяную поверхность горной дороги.

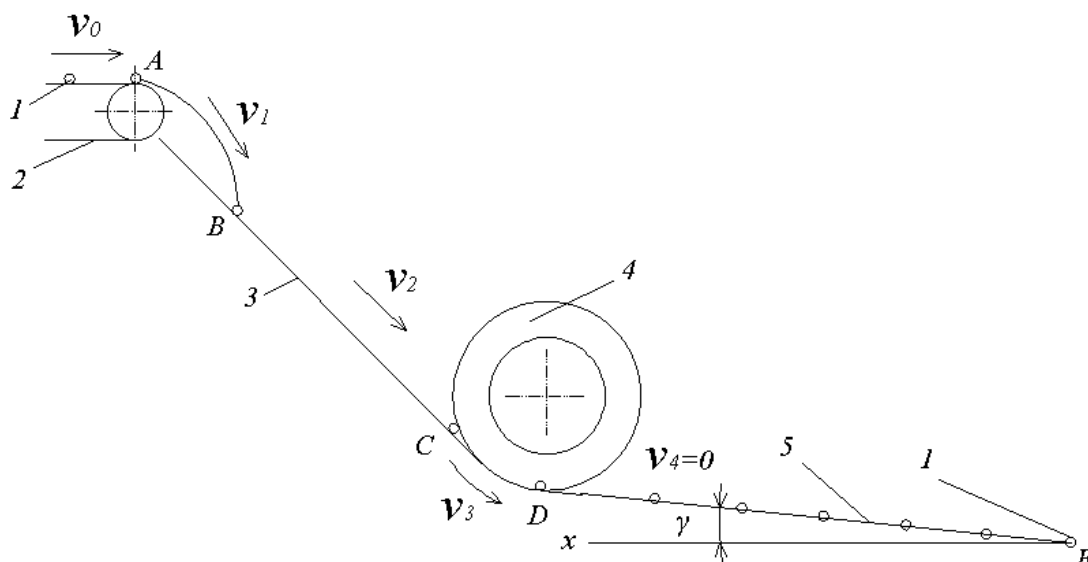


Рисунок 1 - Схема разбрасывания каменных частиц по наклонной ледяной поверхности горной дороги предлагаемым устройством

Общая продолжительность движения каменной частицы по участкам AB , BC и CD равно

$$t_{\text{м}} = t_{AB} + t_{BC} + t_{CD}, \quad (1)$$

где t_{AB} , t_{BC} , t_{CD} – время, затраченное в пути каменной частицы соответственно на участках траектории AB , BC и CD .

Время, затраченное на полет каменной частицы на участке AB

$$t_{AB} = \sqrt{2h/g}, \quad (2)$$

где h – высота выброса каменной частицы;
 g – ускорение свободного падения.

Время, затраченное на перемещение каменной частицы по наклонной плоскости от точки B до точки C

$$t_{BC} = \frac{v_C - v_B}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}, \quad (3)$$

где v_B – начальная скорость (скорость в точке B);
 v_C – конечная скорость (скорость в точке C);
 μ – коэффициент скольжения каменной частицы относительно ледяной поверхности;
 α – угол установки наклонной плоскости.

Время, затраченное на прохождение каменной частицы от точки C до точки D

$$t_{CD} = \frac{\varphi \cdot D_{\bar{o}}}{2 \cdot v_M}, \quad (4)$$

где v_M – поступательная скорость движения машины для распределения каменных частиц;
 φ – угол поворота распределительного барабана;
 $D_{\bar{o}}$ – диаметр распределительного барабана.

Подставляя найденные значения времени, затраченные на участках t_{AB} , t_{BC} , t_{CD} в уравнение (1), окончательно получим

$$t_M = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{v_C - v_B}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} + \frac{\varphi \cdot D_{\bar{o}}}{2 \cdot v_M}. \quad (5)$$

Необходимым условием эффективной работы устройства для распределения нагретых каменных частиц на ледяную поверхность горной дороги является вовлечение каменных частиц распределительным барабаном. Для улучшения захвата каменных частиц наружная поверхность распределительного барабана выполнена из резинового материала в виде втулки. Резиновая втулка обеспечивает, за счет упругой деформации, проникновение каменных частиц во втулку и надлежащее трение между каменными частицами и резиновой втулкой распределительного барабана.

На рисунке 2 представлена расчетная схема взаимодействия каменной частицы с распределительным барабаном. Распределительный барабан 1 с резиновой втулкой 2 вращается с угловой скоростью ω и одновременно передвигается по поверхности ледяной горной дороги со скоростью v . Для удобства расчета принимаем форму каменной частицы 4 в виде сферы. Падая вниз по наклонному лотку 3 каменная частица соприкасается с резиновой втулкой 2 распределительного барабана 1. Вследствие одновременного поступательного движения устройств, а для распределения каменных частиц и вращательного движения распределительного барабана вокруг собственной оси происходит втягивание каменной частицы в резиновую оболочку распределительного барабана.

Основным фактором процесса вовлечения каменной частицы в распределительный барабан являются силы трения, возникающие при их взаимодействии.

Сила трения $F_{тр}$ между распределительным барабаном и каменной частицей направлена по касательной к наружной окружности распределительного барабана в точке касания с каменной частицей. Сила трения $F_{тр}$ возникает в результате появления нормальной силы F , действующей по нормали в точке K . Эта сила F является силой давления распределительного барабана (через упругую втулку) на каменную частицу.

На ледяной поверхности в точке контакта с каменной частицей возникает реакция $F_{кч}$ от силы давления F на каменную частицу. В свою очередь, эта сила реакции $F_{кч}$ вызывает появление силы трения $F_{кчтр}$. Ввиду незначительности пренебрегаем силой тяжести каменной частицы.

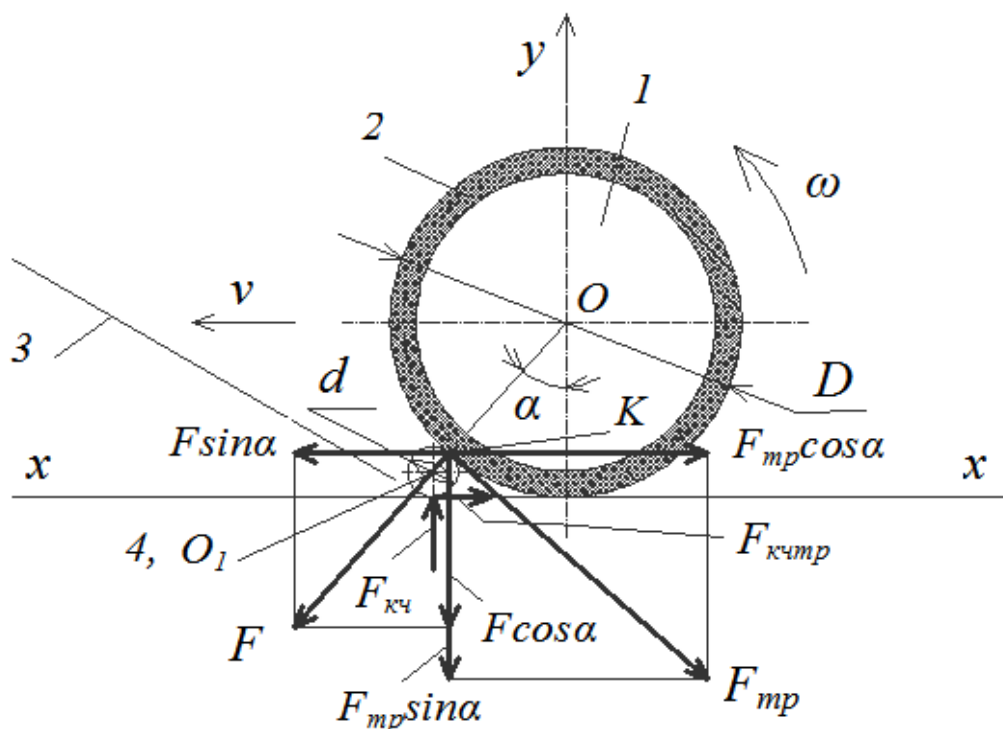


Рисунок 2 - Расчетная схема взаимодействия каменной частицы с распределительным барабаном

Для определения усилия втягивания каменной частицы распределительным барабаном рассмотрим условия их равновесия. По горизонтальной оси $x-x$ действуют проекции сил давления F и трения $F_{тр}$. Напишем условия втягивания каменной частицы распределительным барабаном.

$$F \cdot \sin \alpha \leq F_{тр} \cdot \cos \alpha + F_{кчтр}, \quad (6)$$

Распишем

$$F \cdot \sin \alpha \leq F \cdot f \cdot \cos \alpha + F_{кч} \cdot f_1, \quad (7)$$

где f - коэффициент трения между упругой втулкой распределительного барабана с каменной частицей;
 f_l - коэффициент трения между ледяной поверхностью дороги и каменной частицей;
 α - угол захвата.

По вертикальной оси у проекции указанных сил составляют уравнение

$$F_{кч} - F \cdot \cos \alpha - F_{mp} \cdot \sin \alpha = 0, \quad (8)$$

или

$$F_{кч} - F \cdot \cos \alpha - F \cdot f \cdot \sin \alpha = 0, \quad (9)$$

отсюда

$$F_{кч} = F(\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha). \quad (10)$$

После преобразований получим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f_1 + f}{1 - f_1 \cdot f}. \quad (11)$$

Выражая коэффициенты трения f и f_l через углы трения $\operatorname{tg} \varphi$ и $\operatorname{tg} \varphi_l$, получим искомую зависимость определения угла захвата

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \varphi_l + \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} \varphi_l \cdot \operatorname{tg} \varphi}, \quad (12)$$

где φ_l - угол трения между каменной частицей и ледяной поверхностью дороги;

φ - угол трения между каменной частицей и упругой втулкой распределительного барабана.

Для определения соотношения диаметров распределительного барабана и каменной частицы используем расчетную схему согласно рисунку 2.

Диаметр упругой втулки распределительного барабана обозначим буквой D , диаметр каменной частицы - d . Центр окружности распределительного барабана обозначим буквой O , центр каменной частицы - O_l . Расстояние между центрами O_l и O составляет $\frac{D}{2} + \frac{d}{2}$. Проекция этого расстояния на вертикальную ось у дают $\frac{D}{2} - \frac{d}{2}$. Эти два отрезка определяют соотношением

$$\left(\frac{D}{2} + \frac{d}{2} \right) \cdot \cos \alpha = \frac{D}{2} - \frac{d}{2}, \quad (13)$$

После преобразований получим искомую зависимость

$$\frac{D}{d} = \frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}. \quad (14)$$

Шероховатость поверхности дорог положительно влияет на величину сцепления с точки зрения предотвращения скольжения через адгезионную и деформационную составляющие трения. Увеличение неровностей

шероховатости и увеличение интенсивности рассыпки каменистых частиц на ледяной поверхности ведет к увеличению коэффициента сцепления.

Предполагается случай, когда шина упирается в каменистые частицы и перекачивается по ним, касания с ледяным покрытием не происходит. Сила тяжести $G_{сц}$ передается через каменистые частицы на покрытие дороги. В такой схеме взаимодействия касательная сила, возникающая при трогании P (или при торможении) транспортных средств, передается на покрытие дороги через шероховатости (каменистые частицы).

Для упрощения расчета принимаем форму каменистой частицы в виде сферы. Нагретая каменистая частица при соприкосновении с ледяным покрытием дороги разогревает находящийся ниже слой ледяного наката и под действием собственной силы тяжести подтапливается. Погруженная нижняя половина каменистой частицы (сферы) замораживается в ледяном массиве (рис. 3). Открытая верхняя половина каменистой частицы соприкасается с шиной транспортных средств.

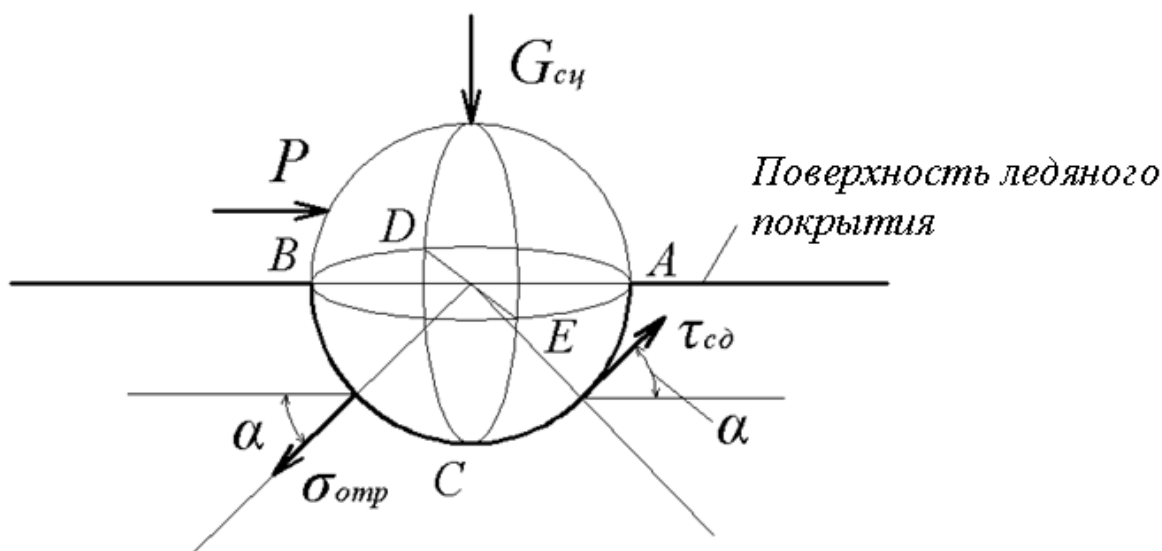


Рисунок 3 - Схема определения силы сдвига замороженной каменистой частицы в ледяном покрытии

Сила тяги P (касательная сила) в зоне взаимодействия каменистой частицы с шиной транспортных средств через каменистую частицу будет сжимать ледяной массив по поверхности $ACDE$. По мере нарастания силы P напряжение сжатия по этой поверхности возрастает. При достижении определенного значения P происходит сдвиг каменистой частицы по поверхности сдвига $ACDE$. Поверхность сдвига представляет наружную часть четверти сферы. Одновременно наружная часть четверти сферы $BCDE$, расположенная в противоположной стороне полупогруженной части сферы, будет испытывать напряжение отрыва.

На силу P со стороны ледяного массива оказывают сопротивления ледяного покрытия, слагаемые от напряжения (сопротивления) сдвига $\tau_{сд}$ в

передней части каменистой частицы и напряжения (сопротивления) отрыва $\sigma_{отр}$ с тыльной ее части.

$$P = \pi \frac{d_{кч}^2}{4} \cdot (\tau_{сд} + \sigma_{отр}) \cdot \cos \alpha, \quad (15)$$

$$P = \pi \frac{d_{кч}^2}{4} \cdot (\tau_{сд} + \sigma_{отр}) \cdot \cos \alpha \cdot n$$

где α - угол между направлением действия силы P и направлением касательного напряжения $\tau_{сд}$ в точке центра действия касательного напряжения;

$d_{кч}$ - диаметр каменистой частицы;

n - количество каменистых частиц, находящееся в контактной поверхности между пневматического колеса и ледяной поверхности.

В предлагаемой работе дается новая технология образования шероховатости на ледяной поверхности горной дороги. Суть технологии заключается в использовании каменистых частиц в нагретом (горячем) состоянии. При этом улучшается проходимость машин на горных дорогах с ледяной поверхностью за счет обеспечения шероховатости на ледяной поверхности дороги. Это достигается рассыпкой на ледяную поверхность горной дороги нагретых инертных материалов. Нагретые каменистые частицы при нахождении на ледяной поверхности за счет их положительной температуры и силы собственной тяжести начинают погружаться в лед за счет подтаивания льда, происходит «посадка» гравийных материалов на ледяную поверхность. Холодная окружающая температура воздуха приводит к замерзанию погруженных каменистых частиц на ледяную поверхность дороги. Таким образом, на ледяной поверхности дороги образуется шероховатость, образуемая насаждением гравийных материалов.

В третьей главе «Методика экспериментальных исследований процесса образования шероховатостей» описана методика экспериментальных исследований. В Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова разработано на уровне изобретения устройство для образования шероховатостей на ледяной поверхности горной дороги (рис. 4). Устройство содержит базовую машину 1, установленный на ней теплоизоляционный бункер 2 с горячим песком 3, нагревательный отсек 4, ленточный транспортер, смонтированный в нижнюю часть теплоизоляционного бункера 2, наклонный лоток 5, прикрепленный к задней части теплоизоляционного бункера 2, распределительный барабан 6 с надетой упругой втулкой 7, боковые кронштейны 8 для крепления распределительного барабана 6 к теплоизоляционному бункеру 2 с помощью подшипниковых узлов с осью вращения 10.

Нижняя часть наклонного лотка 5 выполнена в форме дуги окружности 11 с радиусом R , равным радиусу наружной поверхности упругой втулки 7,

причем центр вращения 10 распределительного барабана 6 и центр вращения 10 дуги окружности 11 наклонного лотка 5 совпадают (рис. 4). К торцу вала распределительного барабана 6 жестко прикреплено боковое колесо с радиально установленными щипами, взаимодействующими с ледяной поверхностью дороги 15. На задней части теплоизоляционного бункера 2 установлен моторный отсек 16 для привода ленточного транспортера. Наклонный лоток 5 снабжен клапанным отсеком 17, имеющим затвор 18.

Устройство для распределения нагретых каменистых частиц на ледяные поверхности дорог позволяет образовать на ледяной поверхности дороги шероховатость путем посадки на ледяную поверхность дороги каменистых частиц, которые существенно увеличивают безопасность движения транспортных средств на горных дорогах.

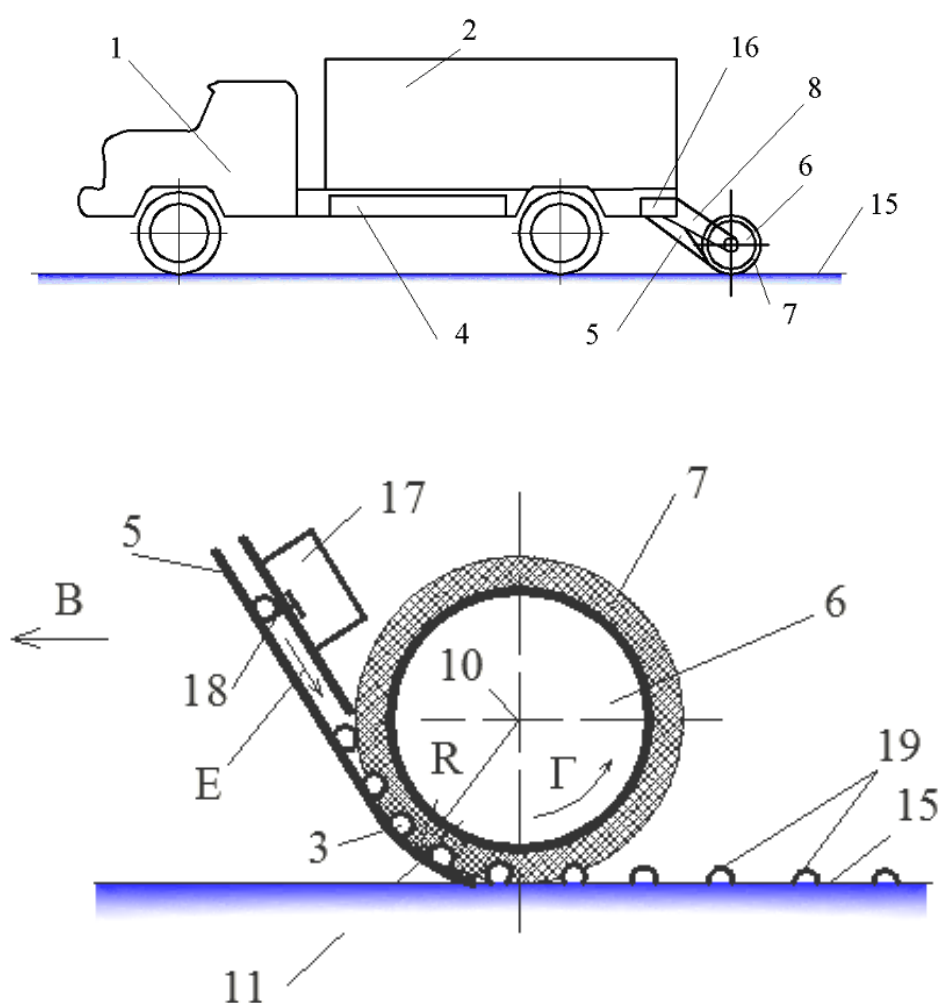


Рисунок 4 - Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности горной дороги

На первоначальном этапе экспериментальных исследований были проведены эксперименты по изучению процесса погружения в лед нагретых каменистых частиц.

Целью эксперимента на этом этапе было нахождение оптимальных температур каменистых частиц в зависимости от температуры окружающей

среды (льда). Как известно, при малых температурах каменистых частиц погружение их в лед будет составлять незначительные величины, а при высоких температурах каменистых частиц они погружаются в ледяной слой полностью. Задачей эксперимента было нахождение таких температур каменистых частиц и ледяного слоя, при которых каменистые частицы погружались приблизительно до половины их размеров. В этих случаях погруженные каменистые частицы схватываются замерзшим льдом и образуют на ледяной поверхности дорожки шероховатости, напоминающие наждачную бумагу. При этом существенно увеличивается сила сцепления между ледяным дорожным покрытием и колесами машин.

Для обогрева каменистых частиц использовались нагревательные печи. Отсортированные по фракциям каменистые частицы предварительно очищались от загрязнений путем промыва их в водной среде, затем высушивались в сушильных камерах. Отсортировка каменистых частиц по фракциям проводилась через сито определенных размеров. Температура каменистых частиц измерялись термометрами.

Лед определенных температур формировался в холодильниках. Диапазон изменения температуры был от -6°C до -16°C . Контейнер с водой установлен в холодильнике до получения определенной температуры.

Нагретые до определенной температуры каменистые частицы высыпались на ледяную поверхность определенной температуры в соответствии с матрицей планирования эксперимента. Глубина погружения каменистых частиц в лед зависит от вышеуказанных параметров. В зависимости от температуры каменистых частиц они погружались в лед на разные глубины.

В качестве плана эксперимента принят центральный композиционный рототабельный план с тремя факторами. Температура каменистых частиц t_k , температура ледяного слоя t_l , диаметр каменистых частиц d_k . Параметром отклика является глубина погружения нагретых каменистых частиц в ледяной слой h .

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований устройства для образования шероховатостей» изложены результаты экспериментальных исследований.

После обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги:

$$U = 5,8 + 2,02X_1 + 1,91X_2 + 1,63X_3 + 0,34X_1X_2 - 0,27X_2X_3 - 0,81X_1^2 - 0,64X_2^2 - 0,57X_3^2, \quad (16)$$

где U - глубина погружения каменистой частицы в ледяной массив, мм;
 X_1 - температура каменистых частиц, градус С;
 X_2 - температура ледяного слоя, градус С;
 X_3 - диаметр каменистых частиц, мм.

Как видно из уравнения, наиболее значимым фактором, влияющим на данный процесс, является температура каменных частиц, а диаметр каменных частиц оказывал наименьшее влияние. С увеличением диаметра каменных частиц глубина погружения увеличивается. На рисунке 7 показана диаграмма изменения глубины погружения каменных частиц в ледяной покров от температуры рассыпаемого материала для фракций $d_{кч} = 6$ мм и $d_{кч} = 9$ мм.

Каменные частицы 6 мм при температуре 37°C погружались в ледяной слой горной дороги на глубину 3 мм. При температуре 40 градусов по Цельсию каменные частицы размером 9 мм погружались в ледяной слой на глубину 4,8 мм (рис. 5).

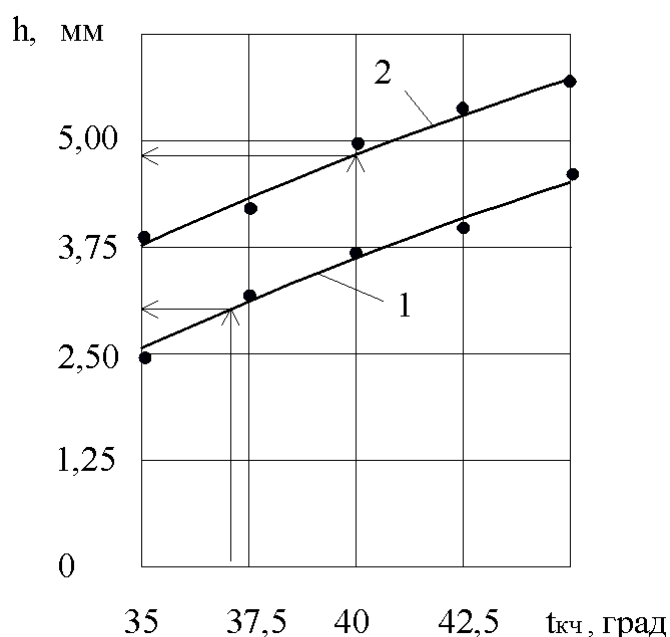


Рисунок 5 - Зависимости изменения глубины погружения каменных частиц в ледяной покров от температуры рассыпаемого материала:
1 - для фракции $d_{кч} = 6$ мм; 2 - для фракции $d_{кч} = 9$ мм

На рисунке 6 представлены результаты экспериментальных исследований по отрыву замороженных каменных частиц от ледяного массива. Для каменной частицы диаметром $d_{кч} = 7,6$ мм усилие отрыва составляло $F_{отр} = 0,29$ кН (1-я точка), для каменной частицы диаметром $d_{кч} = 10,1$ мм усилие отрыва составляло $F_{отр} = 0,37$ кН (2-я точка), а для каменных частиц диаметрами $d_{кч} = 14,8$ мм, $d_{кч} = 16,9$ мм и $d_{кч} = 19,3$ мм усилия отрыва составляли соответственно $F_{отр} = 0,47$ кН (3-я точка), $F_{отр} = 0,52$ кН (4-я точка) и $F_{отр} = 0,58$ кН (5-я точка).

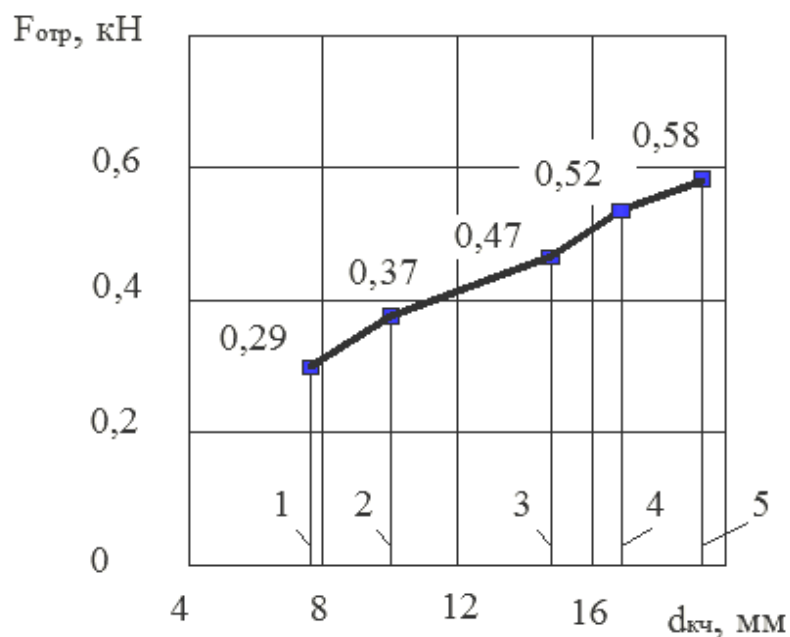


Рисунок 6 - Экспериментальные зависимости усилия отрыва каменистых частиц, замороженных в ледяном массиве, от размеров каменистых частиц

Экспериментально установлено, что рассыпанные и замороженные каменистые частицы образуют твердый поверхностный слой с определенной шероховатостью, коэффициент сцепления колеса с дорогой на таких участках дороги повышается не только при движении, но и при торможении мобильных машин (рис. 7).



Рисунок 7 - Взаимодействие пневматического колеса транспортного средства с ледяным покрытием с каменистой шероховатостью, образованной замороженными каменистыми частицами

Экспериментально определены сравнительные тормозные пути автомобиля на разных поверхностях дороги (на ледяной поверхности дороги и на ледяной поверхности дороги с «насаженными» гравийными частицами). Автомобиль разгонялся по уклону дороги до определенной скорости, и резким нажатием на педаль тормоза, приводя в неподвижное состояние колеса, доводили автомобиль до полной остановки. Происходило торможение юзом. Измеряли путь торможения. На рисунке 8 представлены результаты экспериментальных исследований процессов торможения автомобилей на ледяной поверхности горной дороги и на ледяной поверхности с «насаженными» гравийными частицами.

При первоначальной скорости автомобиля 20 км/ч (5,5 м/с) тормозной путь на ледяной поверхности составлял 6,1 м, а на том же участке дороги, но при наличии гравийных частиц, тормозной путь составил 2,3 м. При скорости 30 км/ч (8,3 м/с) перед торможением тормозной путь автомобиля на «чистой» ледяной поверхности составлял 7,2 м. Когда на поверхность ледяного покрова были насыпаны горячие каменистые частицы, то за счет образованной шероховатости тормозной путь сократился до 3,55 м.

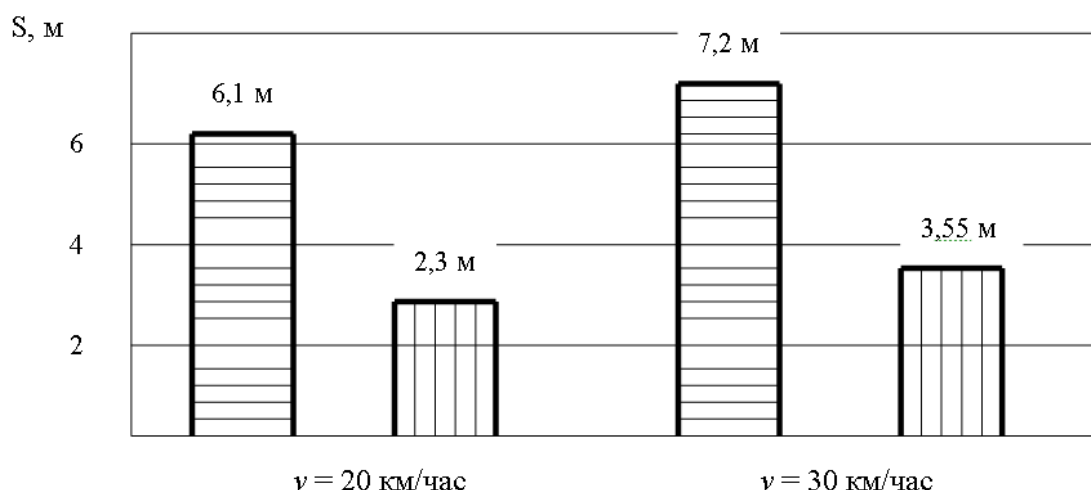


Рисунок 8 - Уровни тормозных путей автомобиля на ледяной поверхности и на ледяной поверхности с «насаженными» гравийными частицами соответственно для скоростей 20 км/ч и 30 км/ч

В пятой главе «Предложения по совершенствованию методики расчета параметров устройства для образования шероховатости на ледяной поверхности» представлены рекомендации по проектированию и расчету параметров устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги.

Разработаны рекомендации по проектированию устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяную поверхность горной дороги, позволяющие снизить энергоемкость их распределения путем снижения времени пребывания на холодном воздухе.

Разработана методика расчета угла захвата, соотношения диаметров распределительного барабана и каменистых частиц, времени, затраченное на движение каменистых частиц, тяговой силы транспортных средств устройства для распределения нагретых каменистых частиц на ледяной поверхности горной дороги.

Энергия, необходимая для дополнительного нагрева каменистых частиц на 24 градуса по Цельсию, которые они потеряли за 5 секунд при перекачивании по уклону горной дороги при температуре воздуха -5 градусов, ледяного покрова -9 градусов по Цельсию составляет 8214 кВт·час. Экономический эффект от снижения энергии на дополнительный нагрев каменистых частиц на одну машину в год составит: $\Xi = 8214 \cdot 3 = 24642$ сома, где 3 - тарифная стоимость электрической энергии в сомах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе изложены научно - обоснованные технические разработки, обеспечивающие решение актуальной задачи зимнего содержания горных дорог.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Анализ процесса разбрасывания каменистых частиц традиционными машинами-пескоразбрасывателями показал низкую эффективность их работы на горных дорогах в связи с отскоками каменистых частиц от твердой ледяной поверхности дороги, а продольные уклоны дорог способствуют перекачиванию разбросанных каменистых частиц по наклонной ледяной поверхности.

2. Разработаны математические модели взаимодействия пневматических колес с ледяной поверхностью, которые позволяют определять тяговую силу транспортных средств на горной дороге с каменистыми шероховатостями.

3. Получены теоретические зависимости, позволяющие определять параметры распределительного барабана, углы захвата каменистых частиц и соотношения диаметров каменистых частиц и распределительного барабана устройства для образования шероховатостей на ледяном покрове горной дороги.

4. Получены уравнения регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги, учитывающие температуры каменистых частиц; температуры ледяного покрова и диаметра каменистых частиц.

5. Разработано устройство для распределения нагретых каменистых частиц, позволяющее образовать на ледяной поверхности дороги шероховатость, которая существенно повышает безопасность движения транспортных средств на горных дорогах.

На конструкцию устройства получен патент КР № 1377 «Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги».

6. Экспериментальными исследованиями установлено высокая эффективность движения автомобилей по ледяной поверхности дороги с

каменистыми шероховатостями. Тяговые усилия транспортных средств увеличились почти в 2 раза, а тормозные пути автомобиля сократились в среднем в 2 раза по сравнению с ледяной поверхностью без каменистых шероховатостей.

7. Разработана методика расчета параметров и рекомендации по проектированию устройства для распределения нагретых каменистых частиц по ледяной поверхности горной дороги.

Экономический эффект от снижения энергии на дополнительный нагрев каменистых частиц на одну машину в год составляет 25 тысяч сомов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Тургумбаев, Ж.Ж. Разработка теплосохраниющих текстильных изделий для транспортного комплекса – актуальная задача [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Известия ОшТУ. – Ош, 2002. – № 1. – С. 94–99.

2. Тургумбаев, Ж.Ж. Результаты исследований теплосохраниющих текстильных изделий, применяемых в дорожных машинах [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова**, А. Камчыбеков // Энергосбережение – проблемы, современные технологии и управление: Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 2200-летию Кыргызской государственности и 70-летию д.т.н., профессора А.С. Джаманбаева. – Бишкек, 2003. – С. 200–207.

3. **Гапарова, Ж.Т.** Разработка и исследование теплосохраниющих текстильных изделий [Текст] / Ж.Т. Гапарова // Материалы всероссийской научно-технической конференции. Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфической промышленности. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 102–107. <http://sutd-izv@yandex.ru>

4. **Гапарова, Ж.Т.** Оценка свойств волокнистых отходов текстильного производства и возможности их использования [Текст] / Ж.Т. Гапарова, С.В. Зырянов // Международная научная программа НАТО «Наука ради Мира». Совершенствование технологии получения и переработки льносодержащей пряжи. – Санкт-Петербург, 2004. – С. 70–72. <http://sutd-izv@yandex.ru>

5. Тургумбаев, Ж.Ж. Пути использования отходов текстильного производства в Кыргызстане [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Материалы международной научно-технической конференции «Инновационные технологии: теория и практика». – Алматы, 2004. – С. 67–73.

6. **Гапарова, Ж.Т.** Результаты экспериментальных исследований теплосохраниющих текстильных изделий, применяемых в дорожных машинах в зимнее время [Текст] / Ж.Т. Гапарова, Ж.Ж. Тургумбаев // Материалы 47-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых «Молодежь и наука – будущее Кыргызстана». – Бишкек, 2005. – С. 118–123.

7. Тургумбаев, Ж.Ж. Результаты экспериментальных исследований по улучшению сцепных свойств ледяной поверхности горной дороги [Текст] /

Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Известия КНТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2005. – № 7. – С. 24–29.

8. Тургумбаев, Ж.Ж. Технология и оборудование для улучшения сцепных свойств снежной поверхности горной дороги [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). - Выпуск 2. – Омск, 2005. – С. 81–85. <http://vestnik.sibadi.org/jour/index>

9. **Гапарова, Ж.Т.** Результаты экспериментальных исследований по оценке теплосохраниющих текстильных пакетов для борьбы с гололедицей на горной дороге [Текст] / Ж.Т. Гапарова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. - Бишкек, 2006. – № 9. – Т. 1. – С. 177–181.

10. Тургумбаев, Ж.Ж. Теоретический анализ к определению теплотерь в текстильных пакетах, используемых в дорожных машинах [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2006. – № 9. – Т. 1. – С. 169–172.

11. **Гапарова, Ж.Т.** Обзор и анализ дорожных машин для содержания горных дорог в зимнее время [Текст] / Ж.Т. Гапарова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2007. – № 12. – С. 40–43.

12. Тургумбаев, Ж.Ж. Анализ состояний перевальных участков горных дорог Кыргызстана [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2007. – № 12. – С. 156–159.

13. **Гапарова, Ж.Т.** Способы борьбы с зимней скользкостью и результаты экспериментальных исследований по улучшению сцепных свойств [Текст] / Ж.Т. Гапарова, Д.Т. Маматалиев // Материалы 50-й юбилейной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новая генерация ученых – будущее Кыргызстана». – Бишкек, 2008. – С. 63–68.

14. **Гапарова, Ж.Т.** Обзор и анализ антискользящих устройств для борьбы с гололедом в горных дорогах [Текст] / Ж.Т. Гапарова, Н. Умурзакова // Материалы 51-й юбилейной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Научный потенциал молодежи – будущее Кыргызстана». – Бишкек, 2009. – С. 60–68.

15. Тургумбаев, Ж.Ж. Результаты исследований процесса погружения нагретых каменистых частиц в снежный покров дороги [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2009. – № 16. – С. 145–148. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26298756>

16. Тургумбаев, Ж.Ж. Повышение безопасности движения транспортных средств на горных дорогах в зимнее время [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Материалы Международной научно-технической конференции «Совершенствование конструкций и системы эксплуатации транспортной техники», посвященной 20-летию диссертационного совета ОД 14.11.01 и 70-летию профессора, академика международной академии транспорта Р.А. Кабашева. – Алматы, 2010. – С. 132–135.

17. Пат. 1377 Кыргызская Республика, МПК E01H19/20. Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги [Текст] / Ж.Ж.

Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова**, С.Дж. Тургумбаев; Бишкек. - № 20100062.1; заявл.18.05.10; опубл.30.08.11, Бюл. № 8. – 9 с.

https://drive.google.com/file/d/1xh6W7s1XuPs1_XdedmbzxwIoz1Iq_vVt/view

18. Пат. 1480 Кыргызская Республика, МПК E01C11/24. Аутригер грузоподъемной машины [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова**, С. Женишбек; Бишкек. - № 20110021.1; заявл.11.03.11; опубл.30.08.12, Бюл. № 8. – 10 с. https://drive.google.com/file/d/1i4BlNwzcKzgJWAlAKB5-BJZ5_z1BDZIM/view

19. Тургумбаев, Ж.Ж. Результаты лабораторных исследований по оценке физико-механических свойств снега [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова**, И.Т. Башиков // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2012. – № 27. – С. 106–109. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27165584>

20. Тургумбаев, Ж.Ж. Мобильное устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2012. – № 26. – С. 69–72.

21. Тургумбаев, Ж.Ж. Определение эффективности распределения каменных частиц на ледяную поверхность горной дороги модернизированным распределительным оборудованием [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Труды международной научной конференции, посвященной памяти академика М.Я. Леонова «Современные проблемы механики сплошной среды». - Бишкек, 2012. – С. 408–412.

22. Тургумбаев, Ж.Ж. Взаимодействие пневматических колес со снежной поверхностью горной дороги при наличии каменной шероховатости [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2014. – № 2. – С. 41–44.

23. **Гапарова, Ж.Т.** Особенности конструирования устройства для образования шероховатостей на ледяной дороге на Solid Works [Текст] / Ж.Т. Гапарова, Г. Темирбектегин // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2015. – № 1 (34). – С. 122–125. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26455454>

24. Тургумбаев, Ж.Ж. Экспериментальное определение глубины погружения нагретых каменных частиц в ледяной слой горной дороги Кыргызстана [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, **Ж.Т. Гапарова** // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). – Омск, 2016. - № 5 (51). – С. 130-134. <https://elibrary.ru/item.asp?id=28089325>

25. **Гапарова, Ж.Т.** Определение параметров распределительного барабана устройства для образования каменных шероховатостей на ледяном покрытии дороги [Текст] / Ж.Т. Гапарова, Ж.Ж. Тургумбаев // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ). – Омск, 2017. - № 3 (55). - С. 16-21.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=29711966>

05.05.04 – жол, курулуш жана көтөрүп-ташуучу машиналар адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн «Тоолуу жерлердеги жолдордун муздуу бетине бодурукту пайда кылуучу түзүлүштү иштеп чыгуу жана параметрлерин негиздөө» темасындагы Гапарова Жанаркан Тахтауновнанын диссертациялык эмгегине

КОРУТУНДУ

Түйүндүү сөздөр: түзүлүш, бөлүштүргүч барабан, желдик дөңгөлөк, тартуу күчү, тормоз жолу, таш бөлүкчөлөрү, муздуу жол катмары, бодурук.

Изилдөөнүн объектиси: тоолуу жерлердеги жолдордун муздуу бетине бодурукту пайда кылуучу түзүлүш.

Изилдөөнүн предмети: айлана-чөйрөнүн муздак температурасына карата муз катмарынын үстүндө таштуу бодуруктун пайда болуу мыйзам ченемдүүлүктөрү.

Изилдөөнүн максаты тоолуу жерлердеги жолдун муз катмарынын үстүндө таштуу бодурукту пайда кылуучу түзүлүштү жакшыртуу менен унаа каражаттарынын коопсуздугун жогорулатуу болуп саналат.

Изилдөөнүн методдору. Жылуулук берүүнүн жана теоретикалык механиканын ыкмалары колдонулду. Эксперименттер үчүн көп факторлуу эксперименттин ыкмасы колдонулду. Маалыматтарды өлчөө үчүн тензометрикалык аспаптар жана 8888 лазердүү термометр-аспап колдонулду.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңычылдыгы:

- таштуу (кум) бодурукка ээ тоолуу жолунда унаа каражаттарынын тартуу күчүн аныктоого мүмкүндүк берген, желдик дөңгөлөк менен муз бетинин өз ара байланышынын математикалык модели иштелип чыкты;

- муз катмарлуу тоолуу жолунда бодурукту пайда кылуучу түзүлүштүн бөлүштүргүч барабанынын жана тартуу бурчун, ошондой эле таш бөлүкчөлөрүнүн диаметрлик катышын аныктоого мүмкүндүк берген көз карандылыктар алынды;

- муз катмарына ысытылган таш бөлүкчөлөрүнүн чөгүүлүү регрессия теңдемелери төмөнкү факторлор үчүн: таш бөлүкчөлөрүнүн температурасы; айлана-чөйрөнүн (муз) температурасы; таш бөлүкчөлөрүнүн диаметри боюнча алынды.

Колодонуу даражасы. Изилдөөлөрдүн жүрүшүндө алынган теоретикалык жана эксперименталдык изилдөөлөр жана алардын жыйынтыктары, инженерлер жана долбоорлоочулар үчүн кыш мезгилинде кыймыл коопсуздугун камсыз кылуу көз карашында өтө пайдалуу болот.

Колдонуу тармагы: Кыргыз Республикасынын транспорт жана коммуникациялар министрлигинин ишканаларында.

РЕЗЮМЕ

диссертации Гапаровой Жанаркан Тахтауновны на тему «Обоснование параметров и разработка устройства для образования шероховатостей на ледяной поверхности горной дороги» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 – дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины

Ключевые слова: устройство, распределительный барабан, пневматическое колесо, тяговое усилие, тормозной путь, каменистые частицы, ледяное дорожное покрытие, шероховатость.

Объект исследования: устройство для образования шероховатостей на ледяной горной дороге.

Предмет исследования: закономерности образования каменистых шероховатостей на ледяном покрытии горной дороги от холодной температуры внешней среды.

Целью работы является повышение безопасности транспортных средств на ледяной поверхности горной дороги путем модернизации устройства для образования каменистых шероховатостей.

Методы исследования: использованы методы теоретической механики и теплопередачи. Для экспериментов использованы методы многофакторного эксперимента.

Полученные результаты и их новизна:

- разработаны математические модели взаимодействия пневматических колес с ледяной поверхностью, позволяющие определить тяговую силу транспортных средств на горной дороге при наличии каменистых (песчаных) шероховатостей;

- получены зависимости, позволяющие определять углы захвата и соотношения диаметров каменистых частиц и распределительного барабана устройства для образования шероховатостей на ледяном покрове горной дороги;

- получены уравнения регрессии процесса погружения нагретых каменистых частиц в ледяной покров горной дороги при действии следующих факторов: температуры каменистых частиц; температуры окружающей среды (льда); диаметра каменистых частиц.

Степень использования. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования и их результаты, полученные в ходе исследований, являются весьма полезными для инженеров и проектировщиков при эксплуатации автомобильных дорог в зимнее время с точки зрения обеспечения безопасности движения.

Область применения: на предприятиях министерства транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики.

SUMMARY

of the dissertation of Zhanarkan Takhtakhunovna Gaparova on the topic: “Substantiation of parameters and development of the device for roughness formation on the icy surface of the mountain road” for the degree of candidate of technical sciences by specialty 05.05.04 - road, building and hoisting-and-transport machines

Key words: device, distribution drum, pneumatic wheel, traction, braking distance, stony particles, ice road surface, roughness.

Object of the study: device for the formation of roughness on the icy mountain road.

The subject of the study: regularities of the formation of rocky roughness on the ice cover of the mountain road from the cold temperature of the external environment.

Objective of research: improving the possibility of wheeled propellers of vehicles on the icy surface of a mountain road by formation of rocky roughness.

Methods of research: methods of theoretical mechanics and heat transfer were used. For the experiments, multifactorial experiment methods were used.

The results obtained and their novelty:

- mathematical models of interaction of pneumatic wheels with an icy surface were developed, which made it possible to determine the pulling power of vehicles on a mountain road in the presence of rocky (sandy) roughness;

- dependences were obtained that made it possible to determine the capture angles and the ratio of diameters of rocky particles and the distribution drum of the device for formation of roughness on the icy cover of a mountain road;

- regression equations were obtained for the process of immersion of the heated rocky particles into the icy cover of a mountain road under the influence of the following factors: temperature of rocky particles; ambient temperature (ice); diameter of rocky particles.

Degree of use: conducted theoretical and experimental studies and their results, obtained during the research are very useful for engineers and designers in operation of highways at winter time from the perspective of ensuring the traffic safety.

Application field: enterprises of the Ministry of Transport and Communication of the Kyrgyz Republic.

Гапарова Жанаркан Тахтауновна

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ НА ЛЕДЯНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ГОРНОЙ ДОРОГИ**

Специальность: 05.05.04 – дорожные, строительные и подъемно-транспортные
машины

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Редактор: А.Б. Аманкулова

Подписано в печать 23.05. 2023 г.

Формат 60x84 1/16. Объем 1,25 уч.-изд.л.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ 56

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова