

ОТЗЫВ

официального оппонента Бондарева Бориса Александровича на диссертационную работу Борисова Артема Евгеньевича «Технология ремонта дорожной одежды облегченного и переходного типа с использованием грунтобетонной смеси», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8. Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

Актуальность темы. В процессе эксплуатации дорожная одежда находится под действием природно-климатических факторов и постоянно возрастающего потока транспортных средств. Эти воздействия в процессе эксплуатации автомобильной дороги приводит к нарушению структуры материала покрытия, что способствует ухудшению транспортно-эксплуатационных показателей. Несвоевременное выполнение комплекса ремонтных работ влечет за собой сильный износ не только покрытия автодороги, но и основания, верха земляного полотна, что в свою очередь ведет к потере несущей способности всей конструкции. При данной проблеме используемые технологии предусматривают замену, как покрытия автомобильной дороги, так и основания дорожной одежды.

Стремясь уменьшить стоимость ремонтных работ, целесообразно максимально использовать материалы существующей дорожной одежды, при этом, уменьшение стоимости конструктивных слоев основания и покрытия достигается за счет уменьшения транспортных расходов на перевозку новых применяемых материалов и стоимости самого материала, который применяется при традиционных методах проведения ремонтов.

Поэтому разработка технологии ремонта дорожных конструкций способом холодного ресайклинга с совместным использованием материалов покрытия, основания и грунтов верха земляного полотна для конструктивного слоя основания, является **актуальной научно-технической задачей.**

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Основные научные положения, выводы и рекомендации изложены в разделах диссертации.

Во введении обосновывается актуальность работы, сформулирована цель работы, перечислены задачи и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен обзор отечественных и зарубежных научных работ, а также действующих нормативно-технических документов по вопросу состояния автомобильных дорог с покрытиями нежесткого типа, а также технологий ремонта покрытий и оснований дорожных одежд, с рассмотрением вопроса повторного использования дорожно-строительных материалов. Обоснована необходимость использования материалов старой дорожной одежды (асфальтобетона, щебеночного-гравийного материала и грунта) в качестве конструктивных слоев дорожной одежды.

Во второй главе построена математическая модель конструктивного слоя из грунтобетонной смеси, определяющая напряженно-деформированное состояние слоя при замерзании-оттаивании воды в порах. При выполнении численных расчетов использовалась программная среда COMSOL Multiphysics. Используются уравнение упругой деформации многослойной среды дорожной конструкции, уравнение теплопроводности Фурье, уравнение задачи Стефана, интегральное уравнение тепло-влаги-переноса, уравнение неразрывности, уравнение Ламе. Поставлены задачи по оценке действия температуры на фазовое состояние воды в порах материала.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических характеристик различных укрепленных местных грунтов. Приведены характеристики исходных материалов, предложены различные составы укрепления, выполнены испытания по определению прочности на сжатие и морозостойкости образцов. Стоит отметить, что данная технология позволяет использовать органоминеральные грунты с высоким содержанием гумуса при ремонте региональных и местных автодорог в центрально-черноземном регионе. При введении вяжущих веществ, повышающих физико-механические свойства укрепленного материала, необходимо кроме минерального вяжущего, использовать пластические компоненты на основе органических веществ, которые способствуют формированию структуры материала. Введение данных материалов помимо увеличения прочности, водостойкости и

морозостойкости повышают устойчивость к образованию трещин и пластических деформаций.

В четвертой главе разработана технология устройства конструктивного слоя дорожной одежды из грунтобетонной смеси. В ходе проведения восстановительных работ слои существующей дорожной конструкции после их фрезерования с частичной захваткой земляного полотна и введения вяжущего, используются в качестве слоя основания, который перекрывается замыкающим слоем покрытия. Это технологическое решение обеспечивает восстановление несущей способности всей дорожной конструкции с уменьшением затрат на проведение ремонтных работ. Для подтверждения данной технологии был построен опытный участок (в диссертации приложен акт строительства опытного участка – приложение Б). Для сравнения эффективности работы применяемых материалов при эксплуатации автомобильной дороги участок производства работ был поделен на 2 части, на которых использовалось разное вяжущие. При наблюдении за данным участком установлено, что конструктивный слой из грунтобетонной смеси находится в нормативном транспортно-эксплуатационном состоянии после 5 лет эксплуатации опытного участка.

Выполнен технико-экономический расчет предлагаемой технологии (вариант 1 и 2) и традиционного способа восстановления дорожной конструкции. Снижение финансовых затрат при проведении ремонтных работ, позволит увеличить количество восстанавливаемых автодорог без увеличения бюджетного финансирования.

В заключении сформулированы основные результаты проведенного диссертационного исследования.

Научная новизна диссертационной работы определяется следующими результатами, полученными лично соискателем:

1. Разработана математическая модель, описывающая связь между прочностными и физическими характеристиками грунтобетонной смеси, с заданными граничными условиями физико-механических свойств исходных материалов (грунтов различного генезиса, щебеночно-песчаных и асфальтобетонных смесей). Определено напряженно-деформированное состояние слоя при замерзании-оттаивании воды в порах. Получено, что

пленка вяжущего, обволакивающая гранулы смеси, влияет на морозостойкость, и как следствие на срок службы дорожной конструкции.

2. Разработана технология ремонта конструктивных слоев дорожной одежды с использованием грунтобетонной смеси, позволяющая производить ремонт дорожных одежд облегченного и переходного типа с меньшими финансовыми затратами, за счет экономии средств на стоимость и доставку новых дорожно-строительных материалов, а также транспортировку материалов от фрезерования.

3. Предложены различные составы материалов с применением в качестве вяжущих веществ портландцемента, полимерных добавок, гашеной извести с добавлением песка, в качестве минерального заполнителя. Особо стоит отметить предложенные соискателем составы грунтобетонных смесей, с повышенным содержанием гумусовых веществ, которые возможно использовать в качестве основания дорожной одежды переходного типа и дополнительного слоя основания дорожной одежды облегченного типа.

Достоверность полученных результатов обосновывается достаточным объемом проведенных теоретических исследований, а также сравнительным анализом математических и экспериментальных исследований. При проведении теоретических исследований использовались уравнение Ламе, уравнение задачи Стефана, уравнение упругой деформации многослойной среды дорожной конструкции, уравнение теплопроводности Фурье, интегральное уравнение тепло-влаги-переноса, уравнение неразрывности. Численные расчеты проводились в сертифицированной программной среде COMSOL Multiphysics, опирающейся на метод конечных элементов. При проведении экспериментальных исследований использовались современные методы, приборы и оборудование, которые позволили провести натурные исследования и испытания с допустимой степенью погрешности.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов. По результатам проведенного численного моделирования получено, что оптимальная толщина пленки стандартного вяжущего на

гранулах смеси составляет 50-200 мкм. Оценено влияние температуры на возрастание внутренних напряжений при замерзании воды в порах материала в зависимости от толщины пленки вяжущего. Разработана технология применения грунтобетонной смеси с использованием различных видов грунтов, в том числе с высоким содержанием гумуса, для применения в основании дорожной одежды переходного и облегченного типов.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты, полученные в диссертации, использованы при подготовке «Методических рекомендаций по применению на территории Воронежской области технологий производства работ и применяемых материалов при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог регионального, межмуниципального и местного значения», а также внедрены в учебный процесс на кафедре строительства и эксплуатации автомобильных дорог ФГОБУ ВО «ВГТУ» для студентов по направлению подготовки: бакалавриат 08.03.01 Строительство. Профиль: Автомобильные дороги; специалитет 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений. Специализация: Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений.

Содержание диссертации, ее завершенность. Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста научным языком с использованием современных математических обозначений, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка используемой литературы, актов внедрения результатов диссертационного исследования и строительства опытного участка.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы, дает представление об актуальности темы, целях, задачах, объекте и методах исследования, научной новизне, практической ценности и полученных результатах.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах автора, из них 6 – в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК РФ, 2 – в рецензируемых научных изданиях, входящих в систему цитирования Scopus.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности. Результаты научных исследований, проведенных в диссертационной работе

Борисова А.Е., отвечают паспорту специальности 2.1.8 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В первой главе на стр. 24 представлена классификация литого асфальтобетона по типам в зависимости от номинально максимального размера применяемого минерального заполнителя смеси. Для более полного описания следовало бы дополнить классификацию по видам и условиям дорожного движения в соответствии с п. 4.2, 4.3 ГОСТ Р 54401-2020.
2. В первой главе на стр. 27 помимо видов термопрофилирования, необходимо было указать критерии и рациональные условия применения представленных методов.
3. В главе 3 в таблицах частично отсутствует единицы измерения (табл. 3.2, 3.3, 3.4, 3.5).
4. В приложение А стр.144, не верно указана название «технологическая карта по строительству», скорее название должно быть «технологическая схема по ремонту».
5. Недостаточно выполнено описание технологии производства работ (температурный режим работы, возможность устройства слоя при пониженных температурах; необходим ли розлив вяжущих веществ, перед устройством замыкающего слоя; критерии выбора толщины укладываемого слоя).
6. В тексте диссертации присутствуют незначительные опечатки, при оформлении работы встречаются топографические ошибки.

Заключение

Диссертация Борисова Артема Евгеньевича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение актуальной проблемы повторного использования материалов существующих дорожных конструкций и снижение стоимости производства ремонтных работ. Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

На основании изложенного считаю, что диссертация Борисова Артема Евгеньевича по содержанию и значимости полученных результатов соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.8 – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей.

Официальный оппонент:

Бондарев Борис Александрович, доктор технических наук, профессор, действительный член академии транспорта РФ, почетный дорожник РФ, советник РААСН, профессор кафедры строительного материаловедения и дорожных технологий ФГБОУ ВО "Липецкий государственный технический университет"

«Подпись д.т.н., п.



23.11.2022 г. Б. А. Бондарев

Бондарева заверяю»

Контактный адрес:

398055, Россия, г. Липецк, ул. Московская, д.30
ФГБОУ ВО "Липецкий государственный технический университет"
Кафедра строительного материаловедения и дорожных технологий
Контактный телефон: +7 (4742) 328-000
E-mail: mailbox@stu.lipetsk.ru



Подпись удостоверяю
Специалист ОК ЛГТУ

