**ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАТИВНО-РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЙ МОДЕЛИ ПОСТРОЕНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**OPTIMIZATION OF INFORMATION AND RATIONALIZATION MODEL OF CONSTRUCTION OF THE ROAD PATH WITH THE USE OF ALTERNATIVE MATERIALS**

Выполнили:

**Белинский Павел Дмитриевич**

Информационные технологии в медиаиндустрии, 2 курс

**Belinskij Pavel Dmitrievich**

Information technology in the media industry, second-year student

Научный руководитель:

**Солдатова Гульнара Тагировна**

Доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин,

Ученая степень: Кандидат педагогических наук

Ученое звание: Доцент

**Soldatova Gulnara Tagirovna**

Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences

Academic degree: Candidate of Pedagogical Sciences

Academic title: Associate Professor

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный профессионально-педагогический университет» (ФГАОУ ВО «РГППУ»)

Екатеринбург, Российская Федерация

2023

Содержание

[Содержание 2](#_Toc144152987)

[Аннотация 3](#_Toc144152988)

[Введение 4](#_Toc144152989)

[Дорожное покрытие 5](#_Toc144152990)

[1 Категории дорожного покрытия 5](#_Toc144152991)

[2 Альтернативные материалы 6](#_Toc144152992)

[3 Эмульсия 7](#_Toc144152993)

[Заключение 9](#_Toc144152994)

[Список литературы 10](#_Toc144152995)

Аннотация

Экономическая эффективность предлагаемого в работе решения позволит уменьшить стоимость и повысить эксплуатационные характеристики дорожного полотна на 7-10% от эталонных значений, а также предложенный вариант работает в рамках импортозамещения и направлен на развитие качественного отечественного продукта. Развитие предложенных в работе методов, их адаптация под имеющиеся условия и задачи приведёт к оптимизации дорожно-транспортного движения и уменьшению износа асфальтового покрытия, что позволит увеличить темпы глобализации построения транспортных сетей либо оптимизировать имеющиеся расходы.

**Ключевые слова**. Дорога, дорожное строительство, полотно, автомобиль, автодорожное движение, исследование.

**Целью работы** является оптимизация механизмов построения автомобильных дорог с целью уменьшения скорости износа дорожно-транспортного покрытия.

**Результатом работы** является разработанная модель оптимизации дорожно-транспортного строительства и эксплуатации, позволяющая на основании проведенных исследований по трассификации потоков снизить нагрузку на отдельные участки трасс.

**Annotation**

The economic efficiency of the proposed solution will reduce the cost and improve the operational characteristics of the roadway by 7-10% of the reference values, and the proposed option works within the framework of import substitution and is aimed at developing a high-quality domestic product. The development of the methods proposed in the work, their adaptation to the existing conditions and tasks will lead to optimization of road traffic and reduction of asphalt pavement wear, which will increase the pace of globalization of building transport networks or optimize existing costs.

**Keywords**: road, road construction, canvas, car, road traffic, exploration.

**The aim of the work** is to optimize the mechanisms for building roads in order to reduce the rate of wear of the road surface.

**The result of the work** is the developed concept for optimizing the aspect of road transport construction and operation, which, based on the studies carried out on the tracing of flows, reduces the load on certain sections of the routes by using more optimal materials for building roads in adverse conditions, and, consequently, reduce the operational wear of the road canvases.

Введение

В рамках программы продвижения технологического суверенитета Российской Федерации

В условиях ужесточившихся санкций и нового морального и технологического воздействия на РФ возникает всё более острая необходимость в создании и модернизации имеющихся либо находящихся на стадии разработки технологических решений, позволяющих полноценную интеграцию импортозамещаемых продуктов в различные сферы жизни российского общества.

В данной работе демонстрируется факт того, что применение отечественных аналогов в рамках технологического импортозамещения может приводить, при достаточной широте использования и развитии технологий, к более современному, менее подверженному внешним факторам, а также, безусловно, более дешёвому, продукту. Исследуется вопрос использования альтернативных материалов при создании дорожного полотна с целью повышения его износо- и термостойкости.

На данный момент тема исследования достаточно проработана в силу практического применения, но нуждается в реновации и модернизации, использовании новых подходов и технологических решений.

Актуальность темы исследования заключается в необходимости снизить износ, возникающий в процессе эксплуатации дорожного покрытия, и уменьшить краткосрочные и долгосрочные издержки, вызванные необходимостью его модернизации и ремонта.

Научная новизна исследуемой темы заключается в использовании отечественных ресурсов при решении проблемы, а также всестороннем её рассмотрении, включающем в себя не только имеющиеся ресурсы и технологические решения, но также и интересные новаторские подходы и предположения модернизации.

Теоретическая значимость полученных в результате исследования значений и результатов заключается в возможности модернизации текущей дорожно-транспортной системы, уменьшении эксплуатационных издержек и возможности развития, приведенных в работе методов решения текущих проблем, позволяющих количественно и качественно улучшить имеющиеся результаты.

Практическая значимость исследования заключается в уменьшении износа дорожного покрытия в случае корректного применения нужных материалов и технологических решений при строительстве полотна, а также при строительстве предполагается учитывать полноценный диапазон воздействующих на дорожную «одежду» температур.

Дорожное покрытие

В современных реалиях различные сооружения, состоящие из модулей и других частей, устройств, имеют множество характеристик эксплуатации, физических свойств и геометрических параметров. Одним из самых важных сооружений цивилизации является дорога.

Дорога должна быть безопасной и удобной для движения транспорта с относительно высокими скоростями, геометрически правильно выстроенной. Дорога не должна подвергаться постоянным сверхнормативным эксплуатационным нагрузкам, должна позволять движение с разрешённой скоростью при практически любых погодных условиях [5].

Дорожное покрытие должно быть устойчиво к перегреву, переувлажнению, перемерзанию дорожной «одежды» и основания под ней, нагрузкам от движения автомобилей. В периоды опасных климатических условий на ряде дорог низкого качества и частично среднего ограничивают движение.

1 Категории дорожного покрытия

Существуют факторы, приводящие дорожное полотно в ненадлежащее состояние, заставляющие его покрываться волнами и выбоинами, например: недостаточная прочность основания полотна или его комплексных слоев, резкое торможение большегрузов. Данные последствия приводят к снижению скорости движения, усугублению имеющихся проблем трассы.

При температуре  
70+ °С, периодически возникающей в жарких регионах при резком торможении или ускорении транспортных средств, а также вследствие повышения температуры окружающей среды дорожное покрытие размягчается. Также отрицательно влияют и низкие температуры -40-50°С.

По данным исследований Росавтодора, почти треть автотранспорта движется по дорогам общего пользования с перегрузом в среднем составляющим почти половину допустимой массы, это увеличивает скорость разрушения дорожного полотна. Основным материалом для построения дорог в РФ является БНД – битумы нефтяные дорожные, 93% на текущий момент из них являются окисленными битумами, которые помимо несомненных плюсов: простота производства и распространённость, имеют ряд недостатков: низкая способность к обратимым деформациям (упругость и поддержание формы низкое), а также узкий интервал пластичности (65-70°С) [5].

2 Альтернативные материалы

Возможным выходом из данной ситуации может являться использование в проектировании и постройке автомобильных дорог, материалов имеющих пластично-упругие свойства, а также материалов обладающих высокими вяжущими характеристиками с большой долей выносимых обратимых деформаций.

Вяжущий битум возможно изменить тремя абсолютно разными способами: разжижением с помощью специальных легких растворителей; эмульгированием битума в воде с специальными веществами (битумная эмульсия); самый распространенный способ - разогрев битума до рабочей температуры [4].

Основные ограничения горячего способа является энергопотребление на нагрев смеси и трудности в транспортировке для дальнейшей укладки, а также ограничения по времени непосредственного проведения работ и отрицательное воздействия на окружающую среду [3].

Способ с использованием растворителей сложен в реализации, испарение веществ составляющих существенную долю продукта должно произойти быстро, в силу этого данные вещества загрязняют окружающее пространство, приводят к повышенной пожароопасности и вредят экологии.

Примером применения данных технологий служит дорога Север 74-я стрит (N 74-th St) в городе Финикс штат Аризона, США. Это дорожное полотно соответствует по составу описываемым в работе материалам, является подверженным тому же диапазону температур, которому было бы подвергнуто дорожное полотно в средней полосе РФ. На практике данное конструкционное решение действительно позволило сделать процесс менее затратным (по открытым данным Department of Transportation; затраты относительно построения дороги такой же длины в тех же климатических условиях выше на 25%), согласно international Environmental Committee. Вред, наносимый экологии данным строительством, на 12,8% ниже, чем при создании дороги с использованием прежних технологий [6].

Воистину инновационный материал - эмульсия - способен облегчить имеющиеся технологические цепочки и показать альтернативный способ работы с битумом. Сначала происходит разжижение битума в воде путём диспергирования. Это обеспечивает более экологически и технически безопасную среду, чем горячий битум, снижает вероятность ожогов, вредных выбросов и пожаров, уменьшает энергопотребление материала в сравнении с используемыми ныне технологиями почти на 50% [2].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сравнение эмульсии и БНД** | | |
| **Эмульсия** | **БНД** | **Характеристики** |
| От -34 до +50 С | От -23 до +27 | Температурный диапазон эксплуатации |
| 50-75 усл. Ед. | 100 усл. Ед. | Стоимость строительства 1 км2 |
| 50-60 усл. Ед. | 100 усл. Ед. | Энергопотребление материала |
| нет | есть | Необходимость сложных технологических цепочек производства |
| 10-80 С | 20-95 С | Необходимая для нормальной перевозки температура |
| 35-60 усл. Ед. | 100 усл. Ед. | Количество вредных выбросов в атмосферу при производстве и непосредственной укладке |
| 100 усл. Ед. | 65-75 усл. Ед. | Достаточная при нормализированных погодных условиях нагрузка для неупругих деформаций материала |

3 Эмульсия

Обычно при строительстве и ремонте дорожного покрытия применяются прямые битумные эмульсии – жидкости коричневатого цвета, содержащие водную среду около 37-50%, благодаря чему могут хорошо обрабатывать каменные материалы без предварительной обработки [1].

Главные качества для транспортировки и хранения эмульсии - это стабильность и разрушение при механическом нанесении на поверхность или минеральный заполнитель с определенной скоростью, характерной для данного вида работ.

В рамках программ импортозамещения появляется возможность использования поднимающегося рынка отечественных продуктов для производства эмульгаторов: продукты и полиамины, содержащие жирные кислоты. Возможно использование дешёвого сырья: некондиционное растительное масло, отработанное фритюрное масло.

Использование эмульгаторов отечественного производства позволит удешевить процессы в 1,5-2 раза, снизить вязкость покрытий при применении щебня известняковых пород, наиболее популярного в РФ[4].

Автоматизация - непрерывность процесса изготовления эмульсии. Такое производство эффективнее, так как позволяет свести к минимуму человеческий фактор. Используемые в процессе производства химикаты могут быть неблагоприятными для человеческого здоровья, закрытый дозированный цикл с автоматизированными участками решает данную проблему.

В настоящее время в стране имеются все возможности для увеличения производства битумных эмульсий, а главное – наличие потребности в них. Экологически более безопасные, созданные на базе отечественного промышленного комплекса, в силу чего удешевлённые, они прекрасно решают вопрос строительства и корректной эксплуатации дорожных покрытий. Эмульсии увеличивают их прочность, улучшают сопротивляемость факторам окружающей среды, уменьшают износ асфальта. Они увеличивают периоды, которые трасса сможет бесперебойно работать с минимальным ТО и уменьшают стоимость ТО.

Заключение

Практическое значение заключается в возможном применении полученного опыта в российских условиях с учетом специфики данной сферы в стране.

В ходе исследования демонстрируется возможность модернизации российского дорожно-строительного комплекса, которое приведет к удешевлению и улучшению строительства дорожного полотна вследствие применения технологии, оказывающей положительное влияние и замедляющей скорость износа дорог. Также важным фактором в рамках решения исследуемой проблемы является использование материалов, произведенных отечественными предприятиями в рамках импортозамещения.

Поставленные перед исследованием задачи выполнены в полном объеме.

Технико-экономически внедрение исследуемых проектных решений является выгодным и логичным, позволяет улучшить ТТХ и сократить издержки дорожного строительства, а также минимизировать урон, наносимый экологии вследствие данных процессов.

Научно-технологический уровень работы достаточен, некоторые достижения и исследования в научной области, применяемые в исследовании, являются передовыми, например, методика замены покрытия.

Таким образом, приведенные в работе технологии и методики изготовления и укладки дорожного полотна позволят сократить расходы на строительство автомобильных дорог, а также уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду.

Список литературы

1. Абдуллин А.И. Битумные эмульсии на основе неионогенных ПАВ / А.И. Абдуллин, М.Р. Идрисов // Экологические пробелмы горнопромышленных регионов : сб. науч.докл. / Издетельтво КНИТУ. – Казань, 2019. – с.3-5.
2. Будник В.А. Битумные эмульсии. Особенности состава и применения [Текст] / В.А. Будник, Н.Г. Евдокимова, Б.С. Жирнов // Нефтегазовое дело. – 2022.
3. Будник В.А. Исследование битумных эмульсий. Применение «синтерола» в качестве эмульгатора [Текст] / В.А. Будник, Н.Г. Евдокимова, Б.С. Жирнов // Нефтегазовое дело. – 2022.
4. Гуреев А.А. О модификации свойств дорожных вяжущих полимерами [Текст] / А.А. Гуреев // Мир нефтепродуктов. – 2019. № 9. – с. 10-13.
5. Рябова О.В. Совершенствование методов оценки транспортно-экологических качеств автомобильных дорог [Текст]: монография / О.В. Рябова, Е.В. Кондрашова, А.В. Скрыпников. - Воронеж: Изд-во Воронеж, гос. универ., 2022. - 277 с.
6. Gerrit Jordaan, Wynand JvdM Steyn/ Constructability of Road Pavement Layers Using New-Age (Nano) Modified Emulsion (NME) Stabilisation of Naturally Available Granular Materials in Roads Varying from Highways to Local Access Roads [Text]. 2021. C 12.