

XVII международная  
научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

# «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России»



24-26 мая  
2023 г.

Волгоградский  
государственный  
технический университет

Волгоград  
ВолГТУ  
2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Волгоградский государственный технический университет

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС  
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ**

**YOUTH AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL PROGRESS  
IN THE ROADFIELD OF THE SOUTH OF RUSSIA**

Материалы XVII Международной научно-технической конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых, 24—26 мая 2023 г., Волгоград

Волгоград  
ВолгГТУ  
2023

УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)  
ББК 39.111-55(2Рус-4Вор) я431  
М754

Редакционная коллегия: Алексиков С.В., д-р техн. наук, профессор (г. Волгоград)  
Близниченко С.С., канд. техн. наук, доцент (г. Краснодар)  
Ефименко С.В., д-р техн. наук, доцент (г. Томск)  
Захаров Е.А., канд. техн. наук, доцент (г. Волгоград)  
Ильина О.Н., канд. техн. наук, доцент (г. Казань)  
Углова Е.В., д-р техн. наук, профессор (г. Ростов-на-Дону)  
Лескин А.И., канд. техн. наук, доцент (г. Волгоград)

М754 **Молодежь** и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XVII Международной науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 24—26 мая 2023 г., Волгоград / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград: ВолгГТУ, 2023. 134 с.

**ISBN 978-5-9948-4711-4**

Содержатся материалы XVII Международной научно-технической конференции «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России», целью которой является помощь ученым и молодым специалистам России в представлении результатов своих научно-исследовательских и экспериментальных работ широкому кругу научной общественности, ознакомление представителей дорожных предприятий и учреждений, преподавателей, аспирантов и студентов вузов с последними достижениями в области повышения эффективности работы дорожно-строительного комплекса, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, безопасности дорожного движения.

This collection contains the materials of the 17th International scientific and technical conference “Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia”, which is aimed at helping young specialists and scientists in presentation of the outcomes of their scientific and experimental works to scientific community, at acquaintance of representatives of road factories and institutions, professors, PhD students and students with the latest achievements in the field of improvement of the work-effectiveness in the road- building complex, road-building and service and road safety.

**УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)**  
**ББК 39.111-55(2Рус-4Вор) я431**

ISBN 978-5-9948-4711-4



© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный  
технический университет», 2023  
© Авторы статей, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### ***СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ***

<b>Арутюнян Л.А., Севрунов И.А.</b> Использование искусственного интеллекта в целях оптимизации процесса исследования потенциально реализуемых пространственных систем «Тенсегрити».....	5
<b>Гуломализод Х.Х.</b> Современные технологии проектирования участка горной дороги Горячий Ключ-Сочи км 1+000 – км 10+000 .....	9
<b>Кашлев С.А.</b> Модернизация и перспективы развития дорожно-транспортной сети города Волгограда и Волгоградской области .....	15
<b>Куракин Р.А.</b> Современные технологии проектирования горной дороги Черниговская – Дагомыс на участке км 44+000 – км 50+050 .....	24
<b>Лескина Л.М.</b> Методы оценки скорости образования колеи на автомобильных дорогах в зависимости от интенсивности и состава транспортного потока .....	29
<b>Мирохина Е.А.</b> Мероприятия по защите придорожной полосы автомобильных дорог от ландшафтных пожаров.....	32
<b>Сальников А.В.</b> Учет влияния выбросов автомобильного транспорта и противогололедных реагентов на состояние древесных растений при озеленении объектов транспортной инфраструктуры .....	36
<b>Сидоренко А.В.</b> Оценка информационно-эстетических и технологических потребительских свойств 0-ой продольной магистрали в г. Волгограде....	41
<b>Трегубова М.И., Ширяшкина Д.Р.</b> Прогнозирование ровности дорожного покрытия .....	45
<b>Чопко А.Г.</b> Система водоотвода как основа автомобильных дорог .....	48
<b>Ширяшкина П.Р.</b> Об учёте особенностей движения средств индивидуальной мобильности при проектировании автомобильных дорог .....	53

### ***ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ***

<b>Аракелян В.Р., Бочаров В.О., Мирохина Е.А.</b> Исследование процессов разрушения каменных материалов в основаниях дорожных одежд.....	55
<b>Бестаев Е.О.</b> Общие принципы многокритериального подхода при решении задачи повышения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха .....	58
<b>Галкин А.А., Глазунов И.И., Рюмин Н.А., Лескин А.А.</b> Полимерно-битумное вяжущее на основе этиленвинилацетата и отработанного индустриального масла.....	63

<b>Жуковский Е.М.</b> Конструкция обочины автомобильной дороги для повышения параметра гидроизоляции.....	67
<b>Каюмов А.К.</b> Устройство велодорожек из вторичных материалов .....	73
<b>Кисленков Н.В., Ильбалиев М.Ш., Поляков А.С.</b> Устройство тонких асфальтобетонных слоев на бетонном основании.....	78
<b>Насонов С.И.</b> Применение технологии «Стена в грунте», при строительстве транспортных сооружений в стесненных городских условиях.....	82
<b>Павлова М.А., Павлова И.А.</b> Асфальтогранулобетон на основе малопрочных каменных материалов.....	87
<b>Раскошный Д.Ю.</b> Выявление участков сосредоточения колеи износа на дорогах и магистралях города Омска.....	90
<b>Ченыкаев И.В., Титенко Н.Е.</b> Анализ системы управления кадрами и мотивацией персонала в современной компании, работающей в сфере транспортного строительства .....	96
<b>Шлыков И.И.</b> Строительство улично-дорожной сети в с. Усады с применением метода замены пучинистого грунта .....	100

### ***ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ***

<b>Азроян А.А.</b> Повышение пропускной способности улично-дорожной сети г. Волгограда .....	104
<b>Барлит О.Б.</b> Материалы для дорожной разметки.....	106
<b>Отман С.</b> Уточнение частных коэффициентов аварийности для дорожных условий Сирии.....	109
<b>Смоляков М.В.</b> Повышение безопасности дорожного движения транспортного узла ул. Голубинская – ул. Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда .....	115
<b>Топчиева Д.С., Добровольская А.Р.</b> Определение факторов влияния на вероятность возникновения ДТП .....	122

### ***ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНО- СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН***

<b>Ежов В.И.</b> Оценка возможности применения средств теплотехнического контроля при диагностике тормозной системы автомобиля.....	125
<b>Суцек М.В.</b> Импортозамещение в дорожном хозяйстве.....	131

# **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**УДК 66.013.512**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦЕЛЯХ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО РЕАЛИЗУЕМЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ «ТЕНСЕГРИТИ»**

Арутюнян Л.А., Севрунов И.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Овчинников И.Г.

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина  
Ю.А.

Уральский государственный университет путей сообщения

В данной начально-исследовательской работе был проанализирован опыт использования искусственного интеллекта (ИИ) в процессе исследования потенциально реализуемых пространственных систем «Тенсегрити». Результаты экспериментов показали, что на текущий момент ИИ способен генерировать ёмкие и достаточно точные ответы на нетривиальные запросы на основании анализа собственной базы данных. Однако, несмотря на обширную базу данных, ИИ не обладает необходимыми мощностями для более глубокого анализа доступного материала, что приводит к недостоверности некоторых фактов. Тем не менее, проект «ChatGPT» является перспективным и амбициозным, который с помощью машинного обучения неизбежно будет совершенствоваться и, возможно, приведет к массовым сокращениям.

This research paper analyzed the experience of using artificial intelligence (AI) in the process of studying potentially realizable spatial systems of "Tensegrity". The experimental results showed that currently AI is capable of generating comprehensive and sufficiently accurate answers to non-trivial queries based on the analysis of its own database. However, despite the extensive database, AI lacks the necessary power for a deeper analysis of the available material, which leads to the unreliability of some facts. Nevertheless, the "ChatGPT" project is promising and ambitious, and with the help of machine learning, it will inevitably be improved and may even lead to mass reductions. Some users report successful stages of using AI to decipher Russian GOSTs.

### **Введение**

Проектировочный процесс является ключевой составляющей любой инженерной деятельности и требует тщательного планирования. В свету быстро развивающихся технологий искусственный интеллект (ИИ) становится все более популярным инструментом в различных отраслях. В рамках настоящего исследования рассмотрим применение искусственного интеллекта в целях оптимизации проектировочного процесса. Согласно задумке разработчиков: ИИ может быть использован в проектировании зданий и сооружений:

- Анализ больших объемов данных: ИИ может использоваться для анализа больших объемов данных, связанных с проектированием зданий и

сооружений, таких как данные о погодных условиях, земле и геодезические данные. Это позволяет инженерам более точно прогнозировать результаты и создавать оптимальные решения.

- **Разработка оптимальных решений:** ИИ может использоваться для создания оптимальных решений, основанных на данных и параметрах проекта. Например, ИИ может рассчитывать оптимальное количество материалов, необходимых для проекта, чтобы минимизировать затраты.

- **Подбор материалов:** ИИ может использоваться для выбора оптимальных материалов для конкретного проекта, учитывая его параметры и требования. Например, ИИ может рекомендовать использование экологически чистых материалов, таких как бамбук или переработанный пластик.

- **Расчет стоимости проекта:** ИИ может использоваться для расчета стоимости проекта, основываясь на данных о затратах на материалы, трудоемкости и других параметрах проекта. Это помогает инженерам и заказчикам более точно определить бюджет проекта и планировать его финансирование.

Так как за последние несколько лет нейросети получили широкое распространение, интернет перенасыщен информацией, для более детального разбора направим настоящее исследование в направлении наиболее популярного проекта «ChatGPT», ИИ разработанный исследовательской компанией «Open AI».

Ранее мы провели серию научных исследований по данной тематике и имеем «четкие» представления о сроках проведения подобных работ. В рамках настоящего исследования рассмотрим применение искусственного интеллекта (далее ИИ) в целях оптимизации процесса исследования потенциально реализуемых пространственных систем «Тенсегрити» в строительной индустрии.

Согласно задумке разработчиков: ИИ может использоваться для автоматизации рутинных задач, анализа больших объемов данных, прогнозирования результатов и создания оптимальных решений. Так как за последние несколько лет нейросети получили широкое распространение, интернет перенасыщен информацией, для более детального разбора направим настоящее исследование на наиболее популярный проект «ChatGPT», ИИ разработанный исследовательской компанией «Open AI» [1]. Развитие этого проекта влечет за собой утрату былой эффективности поисковых систем, так как наряду с преимуществами в удобстве (искусственный интеллект не полностью лишен какой-либо монетизации), «ChatGPT» дает конкретный ответ на запрос, а не группу ссылок на те или иные ресурсы.

Формирование запроса:

«Тенсегрити» является сложной техникой конструирования, которая требует определенных знаний и опыта для создания эффективной конструкции. Искусственный интеллект (ИИ) может помочь улучшить процесс создания «Тенсегрити», позволяя быстрее и более точно проектировать, и анализировать конструкции.

Ввиду ранее проведенных исследований [2] мы обладаем информацией о потенциально реализуемых системах «Тенсегрити», однако статья находится лишь на стадии рассмотрения редакцией журнала «Вестник Евразийской Науки», что свидетельствует о том, что наши исследования не могли лежать в основах машинного обучения «ChatGPT». По этой причине настоящий эксперимент позволяет дать объективную характеристику аналитическим возможностям искусственного интеллекта на текущий момент (07.05.2023).

В целях проведения опыта обратимся к ИИ с запросом: «Составь перечень потенциально реализуемых пространственных систем «Тенсегрити» в строительной индустрии руководствуясь целесообразностью и рентабельностью их возведения в Российской Федерации».

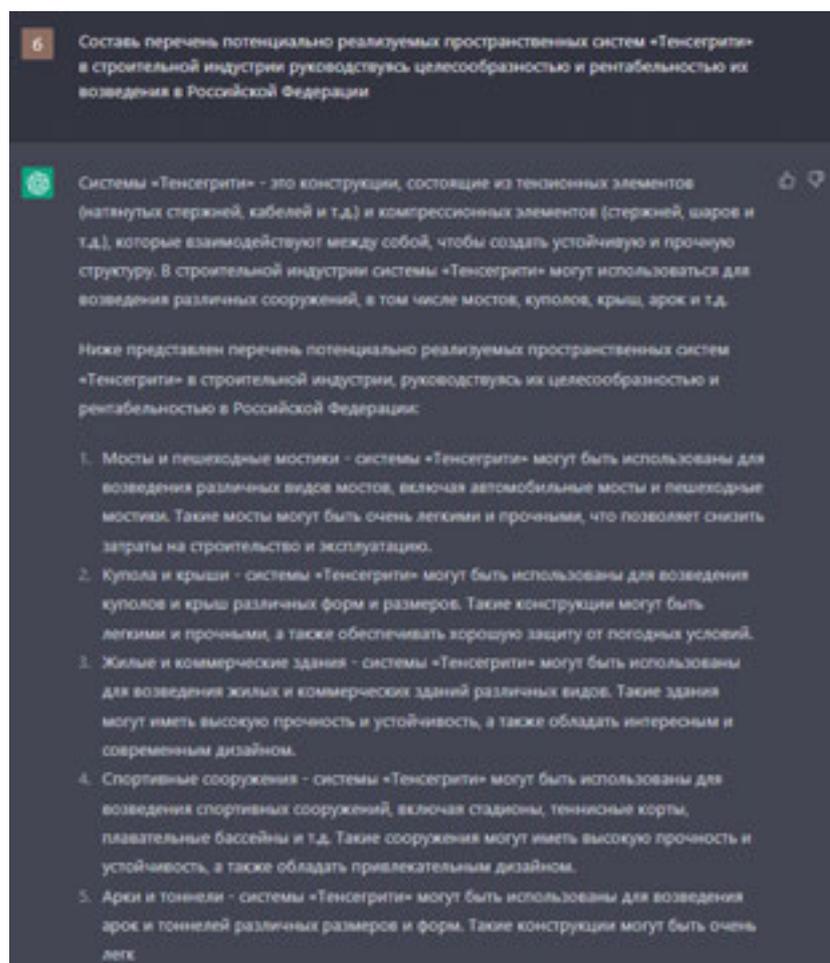


Рис. 1. Ответ «ChatGPT» на запрос [1]

Анализ результатов опыта:

Согласно результатам исследования [2]: «Применение ИИ для изучения «Тенсегрити»; также имеет свои ограничения и вызовы. Некоторые из них включают: «В ходе анализа области применения удалось выявить несколько конструкций, возведение которых обосновано, а в некоторых случаях и рационально: 1. Возведение мембранных «Тенсегрити»; 2. Возведение пешеходных мостов с использованием систем «Тенсегрити»; В качестве рационального вектора для изучения можно выделить две особо актуальные темы,

направленные на изучение вышеизложенных конструкций: «Применение полимерных материалов в мембранных системах «Тенсегрители», а так же «Исследование пространственных систем «Тенсегрители» с использованием визуального программирования».

После сравнения результатов по запросу ИИ особое внимание стоит уделить порядку, выстроенному искусственным интеллектом, согласно всем законам логики, по убыванию приоритетности к возведению конструкций/сооружений. Несмотря на схожесть первого результата, о рациональности возведения пешеходных мостов, искусственный интеллект проигнорировал наиболее эффективные мембранные конструкции, и включил в перечень конструкции, которые с трудом можно назвать «рациональными» к возведению.

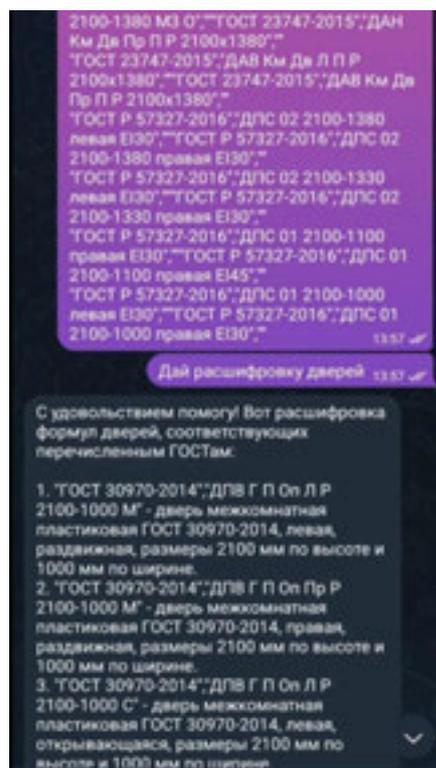


Рис. 2. Ответ «ChatGPT» на запрос об расшифровке маркировки дверей по ГОСТ

Вывод: анализ результатов, полученных в процессе эксперимента, мы можем констатировать что на 07.05.2023 искусственный интеллект способен на основании анализа собственной базы данных генерировать ёмкие и достаточно точные ответы на нетривиальные запросы. Однако опыт также свидетельствует о недостоверности некоторых фактов, которые выдаёт «ChatGPT», несмотря на обширную базу данных, искусственный интеллект не обладает необходимыми мощностями для более глубокого анализа доступного материала. Пользователи сообщают об удачном опыте применения ИИ при попытке расшифровки российских ГОСТ (Рисунок 2), это подчеркивает, что уже в грядущих обновлениях ИИ может достичь уровня анализа, способного руководствоваться Российскими нормами. Таким образом «ChatGPT» является весьма перспективным и амбициозным проектом, который по средствам машинного обучения сетей неизбежно

совершенствуется, что, по оценкам исследователей в этой области, может повлечь за собой массовые сокращения [3].

#### **Библиографический список:**

1. OpenAI+ChatGPT. [Электронный ресурс]. URL: [https://chat.openai.com/chat?\\_\\_cf\\_chl=tk=GVZbyqwDE002LlouUvHQTvteNkw7coDRFpmdicHQVQM-1680795408-0-gaNycGzNHJA](https://chat.openai.com/chat?__cf_chl=tk=GVZbyqwDE002LlouUvHQTvteNkw7coDRFpmdicHQVQM-1680795408-0-gaNycGzNHJA) (дата обращения: 10.04.2023).

2. Л.А. Арутюнян; И.Г. Овчинников; И.А. Севрунов Область применения потенциально реализуемых пространственных систем «Тенсегрити» в строительной индустрии. Часть 2. Рассмотрение возведения конструкций «Тенсегрити» через «призму рациональности»./ Л.А. Арутюнян1; И.Г. Овчинников2 3; И.А. Севрунов1 // Вестник Евразийской Науки – 2023. – С.1–24.

3. Taecharungroj V. “What Can ChatGPT Do?” Analyzing Early Reactions to the Innovative AI Chatbot on Twitter //Big Data and Cognitive Computing. – 2023. – Т. 7. – №. 1. – С. 35.

*Arutiunian L.A. Ovchinnikov I.G. Sevrunov I.A. 1.1 The use of artificial intelligence for the purpose of optimizing the process of studying potentially realizable spatial systems of Tensegrity*

**УДК 625.72**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКА ГОРНОЙ ДОРОГИ ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ-СОЧИ КМ 1+000 – КМ 10+000**

Гуломализод Х.Х. (гр. 19-СБ-СТ5)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Близниченко С.С.

Кубанский государственный технологический университет

Ограничения на отдых за границей, вызванные санкциями против России в связи с проведением Специальной военной операции, способствовали тому, что потоки курортников со всей страны ринулись на Черноморское побережье Краснодарского края. Единственная дорога А-147 Джубга-Сочи оказалась из-за этого перегруженной до предела. Стали востребованы альтернативные пути. В статье изложены результаты проектирования участка новой горной автомобильной дороги Горячий Ключ – Сочи (км 1+000 – км 10+000) в Краснодарском крае с применения современных технологий автоматизированного проектирования (САПР-АД).

Restrictions on holidays abroad, caused by sanctions against Russia in connection with a special military operation, contributed to the fact that the flows of resorts from all over the country rushed to the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. The A-147 Dzhubga-Sochi single road turned out to be overloaded to the limit because of this. Alternative ways have become in demand. The article presents the results of designing a section of the new Goryachy Klyuch – Sochi mountain highway (km 1+000 – km 10+000) in the Krasnodar Territory using modern computer-aided design technologies (CAD-AD).

Проблема обеспечения удобства и безопасности движения по курортным автомобильным дорогам Черноморского побережья Краснодарского края существует уже давно. Но особенно она обострилась в последние годы из-за массового наплыва отдыхающих в Большой Сочи (поселки Лоо, Лазаревское, Дагомыс и другие). Существующая единственная дорога А-147

Джубга-Сочи длиной 234 км оказалась из-за этого перегруженной в летний период сверх всех установленных техническими правилами пределов. Время в пути от начального до конечного пункта следования по ней занимает свыше 7 часов. При этом большая часть пути проходит по извилистой в плане трассе, местами изобилующей серпантинами. Максимальные продольные уклоны также не способствуют безопасному проезду. Отсюда истекает повышенная ава-рийность, достигающая свыше 150 дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в год. Кроме того, на значительном протяжении эта дорога проходит по территории множества населенных пунктов. В связи с вышеизложенными обстоятельствами, остро назрела необходимость срочного строительства новой альтернативной транзитной автомобильной магистрали, трасса которой должна проходить выше существующей по окраине Сочинского национального парка. Выполнение последнего требования обусловлено тем, что эта закрытая от посетителей зона внесена ЮНЕСКО в число охраняемых природных территорий для сохранения уникальной флоры и фауны нашей страны в виде Всемирного наследия.

Такой альтернативной транспортной артерией должна стать горная автомобильная магистраль Горячий Ключ – Сочи. В настоящее время Госкомпания «Автодор» рассматривает предпроектные предложения о расположении трассы этой будущей платной дороги. Рассматриваются несколько вариантов проложения трассы этой автомагистрали. Предварительно определена техническая категория дороги и основные ее геометрические параметры. Предполагается осуществить строительство горной автомагистрали по нормам II категории с расчетной скоростью движения 100 км/час. При этом дорога должна проходить в основном по эстакадам, виадукам и тоннелям на большем своем протяжении. Число полос движения назначено в количестве 4-х. Поэтому все вышеперечисленные транспортные сооружения должны строиться двухпутными, то есть, параллельно располагаться двумя нитками вправо и влево от оси дороги. Начинать строительство автомагистрали планируется уже в 2023 году. Первая очередь строительства назначена на участок обхода Адлерского района Сочи (рис. 1).

Не дожидаясь окончания проектирования всей этой дороги, автор данной статьи, по идее своего научного руководителя Заслуженного строителя Республики Адыгея, кандидата технических наук, доцента С.С. Близначенко, разработал эскизный проект участка указанной дороги с другого конца – от Горячего Ключа в сторону Туапсе.



Рис. 1. Схема расположения трассы дороги Горячий Ключ-Сочи

Вопросам проектирования автомобильных дорог в горной местности посвящено много монографий и статей отечественных ученых. В работе проф. В.Ф. Бабкова [1] даны конкретные рекомендации по применению методов ландшафтного проектирования горных дорог, включая и автомобильные ма-гистралы. В статьях доцентов С.С. Близниченко и Ю.А. Фортуны [2, 3] освещены вопросы автоматизированного проектирования продольного профиля и оценки качества проектных решений в системе автоматизированного проектирования горных автомобильных дорог. Еще в одной работе доцента С.С. Близниченко и инженера А.Е. Копытова [4] рассмотрены особенности рекон-струкции трасс предгорных участков автомобильных дорог с учетом обеспе-чения их внутренней гармоничности. Эти рекомендации были поло-жены в основу при разработке нами указанного проекта.

На рис. 1 представлен разработанный с помощью Системы автоматизи-рованного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД) «IndorKAD» план трассы автомагистрали с км 1+000 по км 10+000. За основу была взята трасса существующей местной автомобильной дороги, проходящей в одном транспортном коридоре с железной дорогой федерального значения. Пред-полага-ется часть существующей дороги реконструировать по нормативам II катего-рии с расчетной скоростью движения 100 км/час, и рядом постро-ить вторую проезжую часть с двумя полосами движения.

Анализ этого чертежа показал, что рассматриваемый участок трассы доро-ги проходит по сравнительно узкой долине горной реки, иногда пре-вращающейся в ущелье. Это потребует осуществления больших объемов скальных земляных работ.



Рис. 2. План трассы участка дороги Горячий Ключ-Сочи (км 1+000 – КМ 10+000)

На рис. 3 показан разработанный с помощью САПР-АД «IndorKAD» продольный профиль реконструируемого участка данной автомагистрали.

В процессе проектирования продольного профиля реконструируемого участка дороги использовались результаты научных исследований, выполненных студентами КубГТУ в предыдущие годы под руководством доцента С.С. Близниченко [5-7].

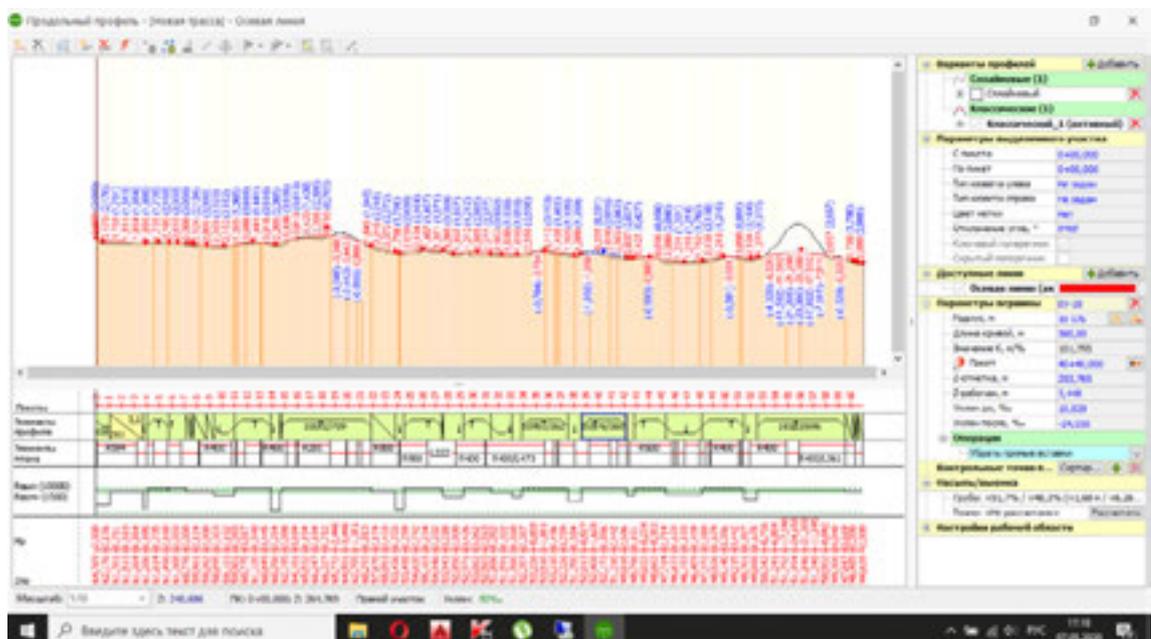


Рис. 3. Продольный профиль участка дороги Горячий Ключ-Сочи (км 1+000 – км 10+000)

Анализ этого чертежа показал, что рассматриваемый участок трассы дороги проходит в пересеченном рельефе местности с относительно небольшими продольными уклонами. Только в конце имеется участок выемки.

Проектная линия продольного профиля запроектированного участка горной дороги представляет собой плавную линию, обеспечивающую гармоничное вписывание пространственной линии трассы в окружающий рельеф местности и, одновременно, улучшенное сочетание вертикальных и горизонтальных кривых. Для этого в процессе проектирования соблюдались условия наилучшего расположения вершин углов поворота горизонтальных и вертикальных кривых относительно друг друга. Тем самым соблюдены правила внешней и внутренней гармоничности трассы горной автомобильной дороги. Зрительную плавность и ясность дальнейшего направления трассы дороги для водителей определяли с помощью перспективных видеоизображений участков, построенных с помощью Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД) «IndorKAD». Продольные уклоны проектной линии также соответствуют требованиям нормативных документов.

На рис. 4 показаны схемы отдельного трассирования проезжих частей, примененных автором при разработке проекта реконструкции данного участка автомагистрали. Применение этих схем позволило существенно сократить большие объемы скальных земляных работ и обеспечить максимальную безопасность движения встречных транспортных потоков из-за предотвращения самых опасных лобовых столкновений транспортных средств.

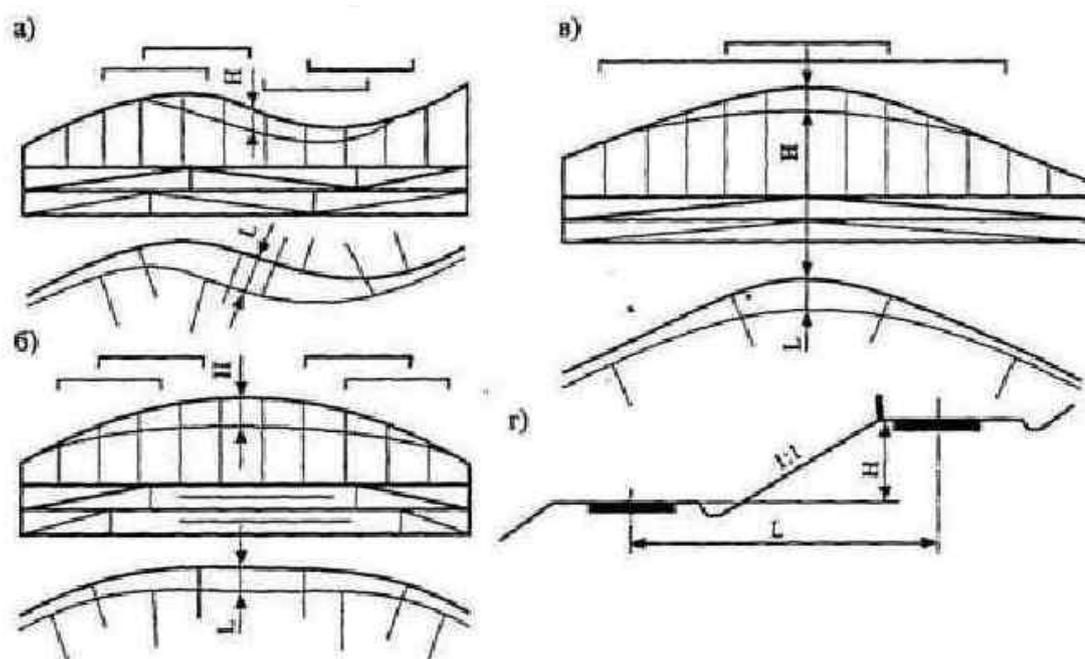


Рис. 4. Схемы отдельного трассирования участка дороги Горячий Ключ-Сочи (км 1+000 – км 10+000) на косогорах: а, б, в – продольные профили и планы трассы; г – поперечный профиль

На рис. 5 показаны схемы ступенчатого расположения проезжих частей в поперечном профиле, примененных автором при разработке проекта реконструкции данного участка автомагистрали.

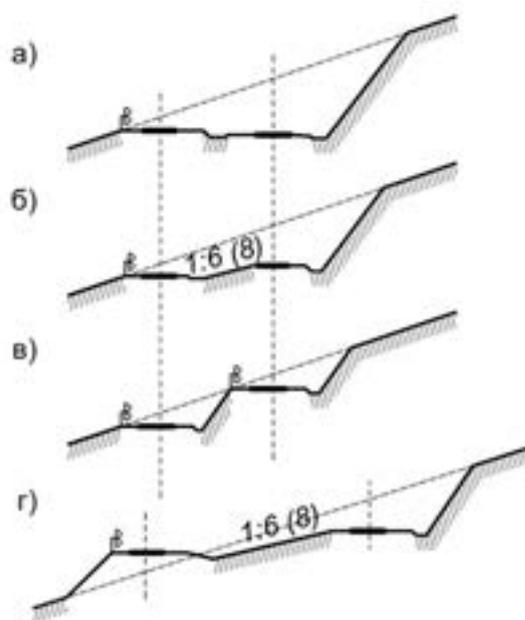


Рис. 5. Схемы ступенчатого расположения проезжих частей участка дороги Горячий Ключ-Сочи (км 1+000 – км 10+000) на косогорах: а – в одном уровне; б – с небольшим смещением по высоте и ширине; в – со значительным смещением по высоте; г – с небольшим смещением по высоте и большим по ширине

Использование этих схем позволило также значительно сократить большие объемы скальных земляных работ и обеспечить максимальную безопасность движения встречных транспортных потоков из-за предотвращения самых опасных лобовых столкновений транспортных средств. Для предотвращения съездов автомобилей с дороги предусмотрена установка барьерных ограждений 3-го типа. Для обеспечения устойчивости земляного полотна и дороги в целом в отдельных местах запроектированы верховые и низовые подпорные стенки, в том числе габионного типа.

В заключении можно отметить, что применение современных технологий проектирования данной новой горной автомагистрали позволило обеспечить высокое качество проектных решений и повысить в будущем безопасность дорожного движения на ней.

#### **Библиографический список:**

1. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1969. – 168 с.
2. Близниченко С.С., Фортуна Ю.А. Автоматизированное проектирование продольного профиля горных автомобильных дорог // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1990. № 2. С. 115-118.
3. Близниченко С.С., Фортуна Ю.А. Оценка качества проектных решений в системе автоматизированного проектирования горных автомобильных дорог // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1989. № 9. С. 100-102.
4. Близниченко С. С., Копытов А. Е. Реконструкция трасс предгорных участков автомобильных дорог с учетом обеспечения их внутренней гармоничности // Материалы XI Все-российской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика». Том 2. 14-15 ноября 2013 г., Пермь. – Пермь: Издательство ФГБОУ ВПО

«Пермский национальный исследовательский политехнический ун-т», 2014. – С. 236-243.

5. Малуя В.Е. Современные технологии обеспечения видимости на вертикальных кри-вых продольного профиля// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 56-60.

6. Потаков Б.К. Современные технологии расчета скоростей движения по продольному профилю переменной кривизны// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 61-64.

7. Тибилев Т.В. Современные технологии проектирования автомобильных дорог в горной местности// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 69-75.

*Gulomalizod H.H. Modern technologies of designing a section of the Goryachy Klyuch-Sochi mountain road km 1+000 – km 10+000*

**УДК 625.712-048.35**

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА И ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кашлев С.А. (гр. СМ-3-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Витолин С.В.

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается модернизация и перспективы развития дорожно-транспортной сети города Волгограда и Волгоградской области: работы, которые проведены в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги», а также на перспективу до 2025 года. В последние годы неуклонный рост автомобильного парка Российской Федерации привел к тому, что практически во всех крупных городах страны параметры дорожной сети не соответствуют возросшей интенсивности движения на ключевых магистралях.

The article considers the modernization and prospects of development of the road and transport network of the city of Volgograd and Volgograd region: the work that has been carried out within the framework of the national project "Safe Quality Roads", as well as in the perspective until 2025. In recent years, the steady growth of the car fleet in the Russian Federation has led to the fact that in almost all major cities of the country the parameters of the road network do not meet the increased traffic on the key highways.

В рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» в 2023 году в регионе будут проходить работы на автомагистралях протяженностью более 340 километров с объемом финансирования 10,4 млрд рублей. В числе запланированных объектов - завершение строительства первого этапа третьего пускового комплекса мостового перехода через Волгу, второго этапа улицы Электрослесовской до Кировского района Волгограда, капремонт моста на Третьей продольной магистрали. Продолжится реконструкция улиц Латошинской и Ангарской в Волгограде и др.

За последние восемь лет в регионе реализован ряд крупных отраслевых проектов, о которых мечтали многие поколения жителей города Волгограда: построена рокадная дорога, открыт тоннель на Тулака, реализован первый этап продления улицы Электрлесовской, открыт для движения мост через Ахтубу, капитально отремонтирован мост через плотину Волжской ГЭС и другие объекты. Задача стоит понятная: к концу 2023 года завершить первый этап проекта, после этого перейдем непосредственно к реализации второго этапа, несмотря на все сложности, все запланированные и плановые показатели будут реализованы в срок.

Развязку проложили в обход поселка Максима Горького, жителям которого больше не придется круглосуточно слышать шум и вдыхать копоть от проносящихся мимо домов тысяч машин. Обход поселка Максима Горького представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Обход поселка Максима Горького города Волгограда

У путепровода через «Осинки» возвели все 42 опоры, 96 балок пролетных строений, специалисты бетонируют плиты проезжей части в пролетах, в ближайшее время они займутся дорожной одеждой и благоустройством. Мост будет готов уже в 2023 году. На путепроводе через «Верблюды» установили 316 буронабивных свай и три первые опоры.

На 90% подготовили насыпь земляного полотна основного хода трассы, уложили девять из 11 водопропускных труб.

Подрядчик обустроивает транспортную развязку около съезда на Лебяжью Поляну, из-за чего временно была изменена схема движения на трассе Волгоград – Краснослободск – Средняя Ахтуба на этом участке: это стратегический объект, который даст синергетический эффект для экономики Волгоградской области, повысит безопасность и принесет огромную пользу жителям Волгоградской области.

Обустройство транспортной развязки около съезда на Лебяжью Поляну представим на рисунке 2.

В проектную документацию решили внести корректировки: иностранное оборудование на объекте заменят российскими аналогами, чтобы не выбиваться из графика из-за санкций.

Следует отметить, что мостовой переход через Волгу представляет собой комплекс инженерных сооружений общей длиной 36 км: он является частью международного транспортного коридора «Север – Юг» и обеспечит беспрепятственный транзит с выходом к Казахстану, республикам Закавказья, на Урал [8].

Третий пусковой общей протяженностью 14,2 км позволит связать уже возведенные мосты через Волгу и Ахтубу, вывести транзитный поток за пределы населенных пунктов Среднеахтубинского района, что серьезно повысит безопасность для жителей, снизит нагрузку на окружающую среду.



Рис. 2. Обустройство транспортной развязки около съезда на Лебяжью Поляну

Дальнейшие планы по обустройству дорог – Обход Волгограда, и Третий пусковой комплекс, и строительство новой рокадной дороги, развитие инфраструктуры.

И, конечно, перспективы этого направления: строительство Обхода Нового Рогачика и моста через Дон.

Для страны транспортная инфраструктура Волгоградской области очень важна, потому что она связывает Сибирь, Урал, Поволжье, ЦФО, ЮФО, Закавказье с объектами, которые очень важны и находятся на самом юге нашей страны, на Каспийском и Черном море.

Участок трассы представляет собой четырехполосную дорогу, где скорость движения – 90 километров в час.

Пропускная способность трассы увеличилась до 38 тысяч машин в сутки: она соединяет Ростовскую и Волгоградскую области и выходит на территорию Луганской Республики [7].

На трассе уже есть разметка, остановки, ограждения и знаки, выделили и места отдыха для дальнобойщиков, отпускников, пассажиров междугородних автобусов, также по поручению Волгоградского губернатора комитет транспорта включил в десятилетнюю программу развития Волгограда строительство на всех въездах в областной центр объектов придорожного сервиса.

На каждом въезде в Волгоград в рамках 10-летней программы развития города предусмотрены такие территории, где будут парковочные пространства, сервисные и информационные центры, чтобы люди имели возможность по пути в Волгоград отдохнуть здесь. Для пассажиров междугородних автобусов планируется сделать новые остановки с ограждением для безопасности и пандусами, рядом разместят площадки для отдыха со столиками для всех транзитных водителей. На них установят табло со всей необходимой в пути информацией, а также о достопримечательностях региона [8].

Еще 53 светофора в Волгограде и 31 в Волжском дополнили необходимым «умным» оборудованием: теперь они могут работать в режимах «Зеленая улица» и «Зеленая волна», управляться автоматизированной системой и специалистами регионального центра управления транспортом, при этом их даже защитили от «киберугроз»: все это придумали для удобного управления транспортными потоками, устранения очагов аварийности, что, в свою очередь, приведет к повышению безопасности на дорогах.

Для тех же целей – повышения безопасности участников дорожного движения – постоянно тянут новые линии освещения. С начала 2023 года, по данным Облкомдортранса, на региональных и новых улицах смонтировали 26,2 км линий искусственного освещения: светильники вдоль трасс, и фонари на пешеходных переходах.

Следует отметить, что 7,53 км искусственного освещения появилось возле хутора Алексиковский, Креповский, Ольшанка и станции Нехаевской, на трассе Новониколаевский – Урюпинск – Нехаевская – Краснополье – Манино, еще 2,74 км новых линий освещения протянули на двух дорогах к жилым комплексам Советского района [9].

В Волжском в 2022 году поставили 124 светильника для дополнительного освещения на 102 пешеходных переходах, но основной объем – 16 км линий – появился в ходе строительства обхода Горьковского.

Основное внимание при обновлении и устройстве новых линий электроосвещения на федеральных трассах уделено съездам к населенным пунктам, транспортным развязкам, местам скопления объектов придорожного сервиса, мостам и путепроводам, объясняют в комитете транспорта и дорожного хозяйства региона [6].

Погода позволяет проводить обновление магистралей, тем не менее на большинстве объектов работы уже завершены, сияет новая разметка.

Десятки городских магистралей привели в порядок дорожники с начала года в Волгограде по национальному проекту «Безопасные качественные дороги»: это и местные проезды на окраине города, и улицы, которые ведут к туристическим объектам города или находятся рядом с ними.

Улица Коммунистическая проходит по всему центру города, ее протяженность порядка 2,5 километра. Ремонтные бригады обновили ее от 7-й Гвардейской до здания пожарной каланчи и входа в Горсад.

В начале лета сняли старый асфальт – более 32 тысяч квадратных метров, после этого началась укладка двух новых слоев покрытия, а также обновление колодцев и бордюров, тротуаров и парковочных карманов. Сейчас уложили финишный слой – теперь все колодцы вровень с дорогой, и она напоминает взлетную полосу, так как улица Коммунистическая серьезно загружена, основные работы проводились ночью.

Восстановили и тротуары рядом с вокзалом, туристам удобно перемещаться с чемоданами, обновили асфальт на разворотном кольце автобусов у Привокзальной площади.

Сделали новую дорогу и на улице Ленина: от улицы Мира к памятнику Хользунову на Верхней террасе Центральной набережной. Подрядчик отремонтировал проезжую часть на площади 4,6 тысячи квадратных метров, а также привел в порядок тротуар, бордюры, дорожные ограждения, колодцы. На перекрестках для удобства пешеходов занизили высоту бордюров, а для велосипедистов нарисовали выделенку на дороге.

Также в Центральном районе комплексно отремонтировали улицу 10-й Дивизии НКВД на площади 2,2 тысячи квадратных метров, после демонтажа старого асфальта по привычной схеме были уложены два новых слоя, а также привели в порядок тротуары, бордюр, нанесли разметку и установили дорожные знаки. Теперь за дороги Волгограда, которые ведут к туристическим местам и паркам – Сурскому скверу, Комсомольскому саду, пожарной каланче, Горсаду, вокзалу Волгоград-1, речпорту [7].

В Краснооктябрьском районе основательно отремонтировали разбитую дорогу на улице Лермонтова. Вдоль проезжей части впервые был проложен благоустроенный тротуар длиной 850 метров. Магистраль, ведущую к Мамаеву кургану, восстанавливали все лето. В конце августа была нанесена новая разметка. В Ворошиловском районе в этом году ремонтные бригады вышли на улицы Ковенскую, Саша Филиппова, в Тракторозаводском – на улицу Михайлова.

В Волжском в порядок привели улицы Ленинградскую, Циолковского, Чайковского, Профсоюзов, Пионерскую, 40 лет Победы, Ленина, дороги к причалу и оранжерейному хозяйству, от Дворца пионеров до пляжа.

В таблице 1 приведены дороги, которые обновили в районах города Волгограда в 2022 году.

## Дороги, обновленные в районах города Волгограда в 2022 году

Районы города Волгограда	Отремонтированные улицы города Волгограда
<b>Центральный район</b>	Ул. 10-й Дивизии НКВД, ул. Ленина, ул. Коммунистическая, дорога от наб. 62-й Армии до 0-й Продольной магистрали.
<b>Кировский район</b>	Ул. Губкина, ул. 64-й Армии, дорога на источник Ергенинский, дорога на пос. Веселая Балка, пер. Успенского, пер. Залесский, ул. 1-й Пятилетки, ул. Подольская, ул. Пожарского, ул. Никитина, ул. Турбинная.
<b>Красноармейский район</b>	Ул. Петропавловская, б-р Энгельса, дорога от ул. 2-й Караванной до ул. Танеева, ул. им. Черепановых, ул. Палласовская, дорога от ул. Джека Лондона до грузового причала п. Татьяна-2, дорога от ул. Джека Лондона до ул. Вилянкой, ул. Доценко, ул. Удмуртская, ул. Кагальникская, ул. Марийская, ул. Олимпийская, ул. Удмуртская, ул. Гагринская, ул. Минская, путепровод через ж/д пути у станции Сарепта, мост через ж/д пути по ул. 40 лет ВЛКСМ.
<b>Советский район</b>	Дорога от ул. Казахской до ул. Тбилисской, дорога к ст. Ельшанка, ул. Аджарская, ул. Армянская, местный проезд вдоль пр. Университетского (от ул. Криворожской до ул. Панфилова), ул. Криворожская, ул. Слесарная, дорога от ул. Казахской до ул. Тимирязева, ул. Тимирязева, ул. Карла Маркса, ул. 50 лет ВЛКСМ, ул. Туркменская, ул. им. Качуевской.
<b>Ворошиловский район</b>	Ул. Котлубанская, ул. Моздокская, ул. Ковенская, ул. им. Саши Филиппова (от ул. Череповецкой до ул. Чарджуйской), ул. Льежа.
<b>Тракторозаводский район</b>	Ул. Кабардино-Балкарская, ул. Зеленодольская, ул. Михайлова (от пр. Ленина до ул. Ушакова).
<b>Дзержинский район</b>	Ул. им. Калеганова, ул. им. Твардовского, ул. Новодвинская, ул. Кутузовская, ул. Ангарская, ул. Раздольная, ул. Южно-Украинская, ул. Космонавтов, ул. Кунцевская, пр. Жукова, ул. Раздольная, ул. Рузаевская.
<b>Краснооктябрьский район</b>	Ул. Варшавская, ул. Триумфальная, ул. Еременко (местный проезд), ул. Лермонтова, ул. Качалова, дорога в пос. Metallургов



Рис.3. Отремонтированные дороги районах города Волгограда

В области по нацпроекту «Безопасные качественные дороги» в 2022 году восстановили 16 дорог протяженностью 18 километров. В их числе – четыре участка первого пускового комплекса мостового перехода через Волгу, ведущего в Волго-Ахтубинскую пойму. А асфальт на танцующем мосту заменили спустя более чем 10 лет после его открытия.

На всех ремонтируемых по этой программе улицах дорожники выполнили ремонт по одной технологии: срезали весь старый асфальт и уложили два слоя нового. Финишный – из щебеночно-мастичного асфальтобетона. Наиболее прочного, как говорят городские власти.

Подрядчиков выбирали на аукционах и контролировали их работу на каждом этапе. Контролируют качество не только заказчик и подрядчик, но и независимые эксперты. В оценке качества, планировании работ и проведении лабораторных испытаний на постоянной основе участвуют члены общественного совета при облкомдортрансе, а также региональные представители ОНФ [2].

С помощью специального оборудования производится вырубка обновленного дорожного покрытия, после чего пробы отправляют на экспертизу в лабораторию. В случае несоответствия новой дороги ГОСТам их могут заставить переложить весь асфальт заново. После окончания реконструкции на все объекты действует четырехлетняя гарантия, в рамках которой возникающие дефекты подрядчики обязаны устраняют за свой счет. Всего в этом сезоне в городе уже построили 46 тысяч квадратных метров новых пешеходных дорожек.

В Тракторозаводском районе новое покрытие для людей появилось на улицах Михайлова и Кабардино-Балкарской, в Краснооктябрьском – на улицах Качалова, Триумфальной, в поселке Metallургов, а на улице Лермонтова рабочие не только восстановили покрытие тротуара, но и установили бордюры.

В Дзержинском районе, по информации городских властей, тротуары восстановлены на улицах Раздольной, Твардовского, Новодвинской, Кутузовской, вдоль проспекта Жукова от Каспийской до Джаныбековской.

В Ворошиловском районе на улице Льежа восстановили тротуар вдоль внутриквартального проезда и придомовые площадки. А также пешеходную зону у детского сада.

В Кировском районе новый тротуар появился на улице Подольской – вдоль проезда между домами, на Губкина и улице 1-й Пятилетки. В Советском – вдоль проездов по улицам Качуевской, Маркса, Туркменской, 50 лет ВЛКСМ, Аджарской, Криворожской и другим, в Красноармейском – на улицах Минской, Марийской и Олимпийской.

В Волгограде в будущем году стартует масштабный проект по обновлению главных городских магистралей, если в последние годы власти были сосредоточены по большей части на обновлении улиц в частном секторе, промзоне, внутриквартальных проездов, то на этот раз в списке всем известные дороги, большинство из которых в центре, чтобы было время на подготовку – а на такие масштабные работы подрядчику потребуется много техники, материалов и рабочих, – контракт заключили заранее.

Дорожникам придется ремонтировать асфальт на улицах Центрального, Ворошиловского и Дзержинского районов, в том числе на проспекте Жукова, Первой и Второй Продольной. И они уже приступили к работам. Восстановят главные улицы в центре Волгограда, в том числе Первую и Вторую Продольные магистрали. В список первоочередных на ремонт в Центральном районе вошли Чуйкова и 13-й Гвардейской, улица Рокоссовского на участке от Ангарской до улицы Ткачева, проспект Ленина от Комсомольской до Краснознаменной, улица Порт-Саида в границах улиц Советской и Чуйкова, улица Родимцева – от Советской до Чуйкова, улица Комсомольская – от Коммунистической до проспекта Ленина, улица Соколова – от Советской до Чуйкова, улица Невская, улица Ковентри – от Советской до Чуйкова, а также улица Володарского и Кубанская. И на большинство из них подрядчик уже не просто зашел, а укатывает раньше времени финишный слой асфальта [5].

В Дзержинском районе в 2023 году отремонтируют еще один участок на проспекте Жукова, теперь от Джаныбековской до Хорошева. Заменят асфальт на улице Пермской от проспекта Жукова до улицы Чапаева, а также на улице Чапаева от Пермской до Второй Продольной, также в планах на ремонт оказалась дорога на улице Землячки (от проспекта Жукова до ремонтируемого 8-го путепровода на Третьей Продольной), улицы Толбухина, Новорядская, Космонавтов (в границах улиц Танкистов и 51-й

Гвардейской), Ингульская, Восточно-Казахстанская – выборочно от 3-й Продольной до улицы Танкистов.

В Ворошиловском районе обновят улицу Рабоче-Крестьянскую, начнется ремонт улиц Автозаводской и Ардаатовской – выборочно, улиц Огородной и Саши Филиппова (в границах улиц Неждановой и Чарджуйской).

В Тракторозаводском районе ремонт дорог запланирован на улицах 95-й Гвардейской, Гороховцев, Гули Королевой, Колумба и Дежнева (от переулочка Бехтерева до улицы Дзержинской). В Краснооктябрьском районе отремонтируют дороги на улицах Автомагистральной, Богуйской, Возрождения, в переулке Демократическом, а также в поселке Вишневая Балка на улицах Созидательской, Ломоносова и Сергея Лазо. В Советском районе в список попали четыре улицы: Тормосиновская, Алексеевская, Академика Королева и Тулака. В Кировском районе в перечне на ремонт три дороги: улицы Вельботная, Клайпедская (выборочно) и Шаблиевская (от улицы Саши Чекалина до Клайпедской).

В Красноармейском районе в следующем сезоне ремонт увидят улицы Георгиевская, Бобровская, Ольгинская, Савиной и Вилянская (выборочно).

#### **Выводы**

Комплексный подход к решению задач совершенствования организации дорожного движения, который должен основываться на таких мероприятиях, как повышение эффективности работы светофоров, совершенствование организации общественного транспорта, использование ИТС, в том числе подсистем автоматизированного управления городским пассажирским транспортом для решения задач по обеспечению более экономичного использования улично-дорожной сети, что очень важно в условиях загруженности улиц и дорог Волгограда.

#### **Библиографический список:**

1. Борисова Н.И., Борисов А.В., Выприцкая Е.Ю. К вопросу о разработке и использовании альтернативных источников энергии в России и ее регионах в современных условиях // Экономика и предпринимательство. 2022. № 12-3 (65-3). С. 412-420.
2. Город хороших дорог: итоги дорожного сезона - 2022 в Волгограде и области <https://regions.kp.ru/volgograd/itogi-2022/#rec521789170>
3. Жильцов Ю.А., Борисов А.В., Борисова Н.И Статистика. теория и практика. Учебное пособие / Волгоград, 2022. – 566 с.
4. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 года N 2101-р (с изменениями на 9 декабря 2022 года). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/551365461> (дата обращения: 12.03.2023).
5. Красиков О. А. Обоснование требований к ровности дорожных покрытий в период эксплуатации // Дороги и мосты. 2016. № 2 (36). С. 132—136. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28090405>.
6. Пермякова А. Стратегия развития Волгограда будет обновлена с учетом предложений горожан // Новости Волгограда, №2, 2013 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.novostivolgograda.ru>
7. Приведено по данным гос. программы "Развитие транспортной системы и обеспечение безопасности дорожного движения в Волгоградской области", утвержденной

Постановлением администрации Волгоградской области № 16-п от 23.01.2017 г., в ред. Постановлений администрации Волгоградской области № 825-п от 25.12.2020. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/445073439> (дата обращения: 12.03.2023).

8. Проект реконструкции аэропорта в Волгограде прошел госэкспертизу // Ахтуба ТВ, июль 2014 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ahtubatv.ru>

9. Проект свободного плана социально-экономического развития Волгоградской области до 2030 г. <http://old.volganet.ru>

*Kashlev S.A. Modernization and perspectives of the road transport network of Volgograd city and Volgograd*

**УДК 625.72**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ ДОРОГИ ЧЕРНИГОВСКАЯ – ДАГОМЫС НА УЧАСТКЕ КМ 44+000 – КМ 50+050**

Куракин Р.А. (гр. 17-С-УС3)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Близниченко С.С.

*Кубанский государственный технологический университет*

В связи с огромным ростом интенсивности движения на дороге А-147 Джубга-Сочи необходимо строить альтернативную горную дорогу в обход Сочинского национального парка. В данной статье изложены результаты проектирования участка горной автомобильной дороги Черниговская – Дагомыс (км 44+000 – км 50+050) в Краснодарском крае с применением современных технологий автоматизированного проектирования (САПР-АД).

Due to the huge increase in traffic intensity on the A-147 Dzhubga-Sochi Road, it is necessary to build an alternative mountain road bypassing the Sochi National Park. This article presents the results of designing a section of the Chernihiv-Dagomys Mountain automobile road (km 44+000 – km 50+050) in the Krasnodar Territory using modern computer-aided design technologies (CAD-AD).

Основная транспортная проблема на Черноморском побережье Краснодарского края заключается в безальтернативности автомобильных перевозок по единственной дороге А-147 Джубга-Сочи. Интенсивность движения на ней составляет в пиковый период летних отпусков отдыхающих в сочинских санаториях, гостиницах и домах отдыха около 70000 автомобилей в сутки. Это ведет к многократной перегрузке существующей автомобильной дороги. Пропускная способность указанной двухполосной дороги на многих участках составляет менее 200 автомобилей в час. Соответственно коэффициент загрузки дороги движением при этом равен 0,95-1,5. Следствием этого являются постоянные заторы движения и многокилометровые очереди транспортных средств, включая тяжеловесные грузовые автомобили разных габаритов. Кроме того, существующая дорога проходит в горном рельефе вблизи от границ Сочинского национального парка. Геологическое строение Кавказского хребта в районе прохождения этой дороги очень сложное: скальные массивы изобилуют оползнями, тектонические процессы способствуют разрушению транспортных сооружений при

землетрясениях. Все вышеизложенное осложняет строительство альтернативных горных дорог по указанному направлению от автомагистрали М-4 Дон к дороге А-149 Адлер - Красная Поляна. Тем не менее, в 2018 году было выбрано новое направления трассы будущей дороги от станции Черниговской до поселка Дагомыс. Были начаты изыскания и разработка проектной документации. Далее последовало строительство первого участка этой дороги (рис. 1). В данной статье представлены результаты опытно-экспериментального проектирования по нормативам IV технической категории участка горной автомобильной дороги Черниговская – Дагомыс (км 44+000 – км 50+050) в Краснодарском крае с применением современных технологий автоматизированного проектирования (САПР-АД).

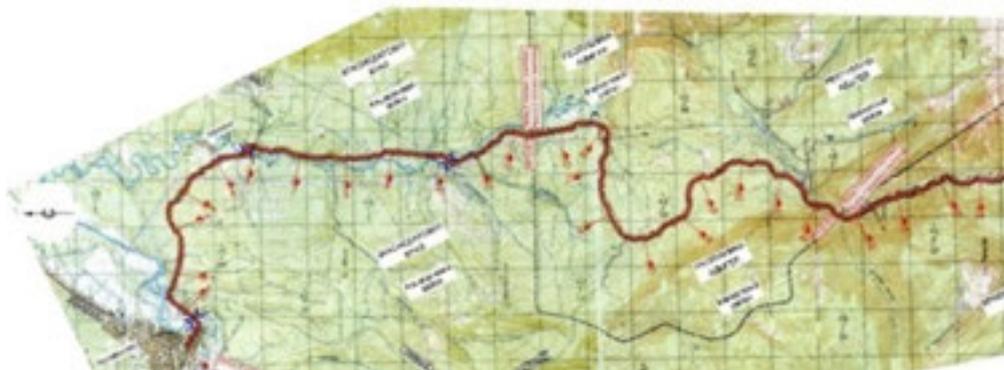


Рис. 1. Первая часть плана трассы дороги Черниговская-Дагомыс

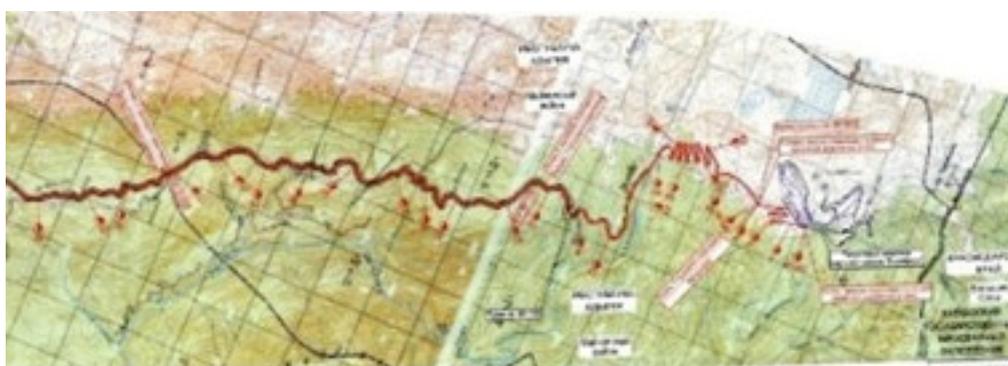


Рис. 2. Вторая часть плана трассы дороги Черниговская-Дагомыс

Вопросам проектирования автомобильных дорог в горной местности посвящено много монографий и статей отечественных ученых. В работе проф. В.Ф. Бабкова [1] даны конкретные рекомендации по применению методов ландшафтного проектирования горных дорог, включая и автомобильные магистрали. В статьях доцентов С.С. Близниченко и Ю.А. Фортуны [2, 3] освещены вопросы автоматизированного проектирования продольного профиля и оценки качества проектных решений в системе автоматизированного проектирования горных автомобильных дорог. Еще в одной работе доцента С.С. Близниченко и инженера А.Е. Копытова [4] рассмотрены особенности реконструкции трасс предгорных участков автомобильных дорог с учетом обеспечения их внутренней гармоничности. Эти рекомендации были положены в основу при разработке нами указанного проекта. Кроме того, в

процессе разработки проектной документации использовались результаты научных исследований, выполненных студентами КубГТУ в предыдущие годы под руководством Заслуженного строителя Республики Адыгея, кандидата технических наук, доцента С.С. Близначенко [5-7].

На рис. 3 представлен разработанный нами фрагмент плана трассы и характерные поперечные профили участка дороги Черниговская-Дагомыс (км 44+000 – км 50+050).

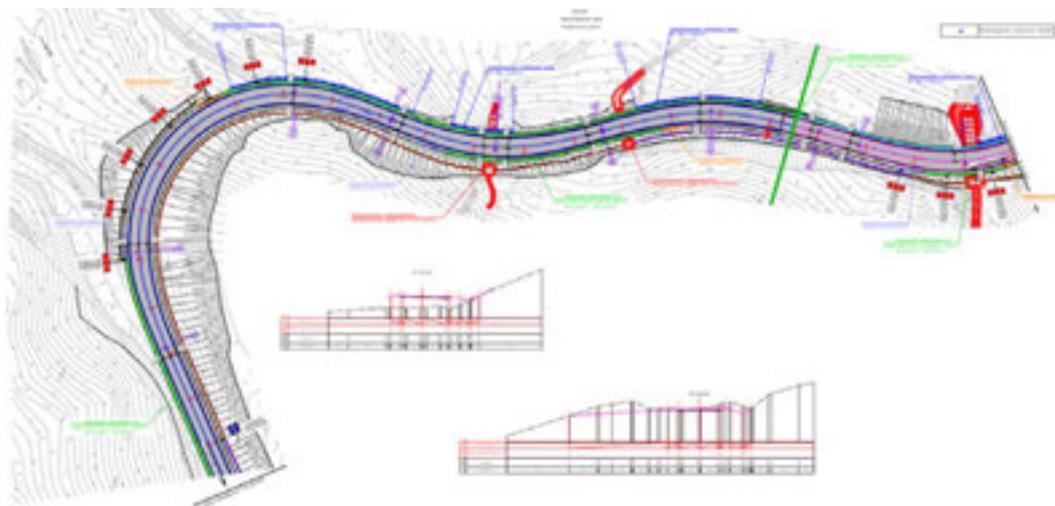


Рис. 3. Фрагмент плана трассы и характерные поперечные профили участка дороги Черниговская-Дагомыс (км 44+000 – км 50+050)

На рис. 4 показан также разработанный нами фрагмент плана трассы реконструируемого сложного участка данной дороги.

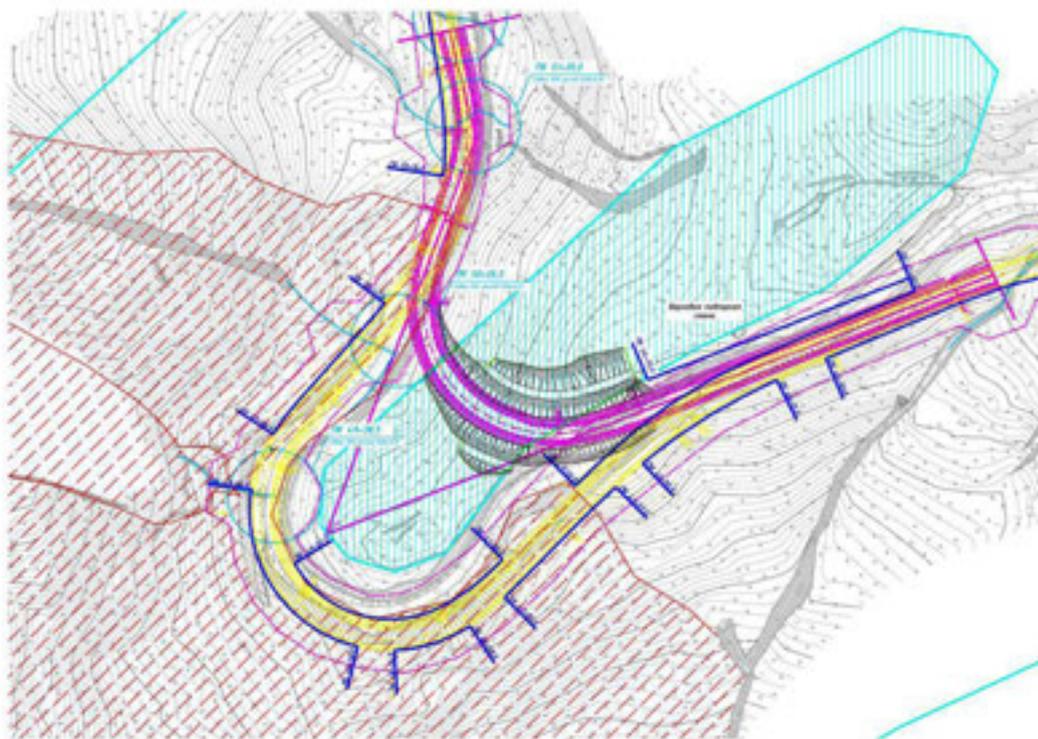


Рис. 4. Фрагмент плана трассы реконструируемого сложного участка дороги

На рис. 5 показан также разработанный нами фрагмент продольного профиля реконструируемого участка данной дороги.

Эти иллюстрации дают возможность правильно оценить сложность проектируемого участка данной дороги.

Необходимо особо отметить, что трасса проектируемой дороги на некоторых участках проходит по существующей лесовозной дороге. При этом существующие радиусы кривых в плане очень малы и не соответствуют требованиям проектирования автомобильных дорог IV технической категории. Проектная линия продольного профиля на этих участках также не соответствует нормативным требованиям. В связи с указанным обстоятельством, нами были разработаны соответствующие проектные решения по реконструкции указанных участков реконструкции в плане, продольном и поперечном профилях.

Радиусы кривых в плане проектировались с учетом требований СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-84\* Автомобильные дороги» на расчетную скорость движения 60 км/час (для горной местности). На всех закруглениях трассы в плане запроектированы соответствующие виражи.

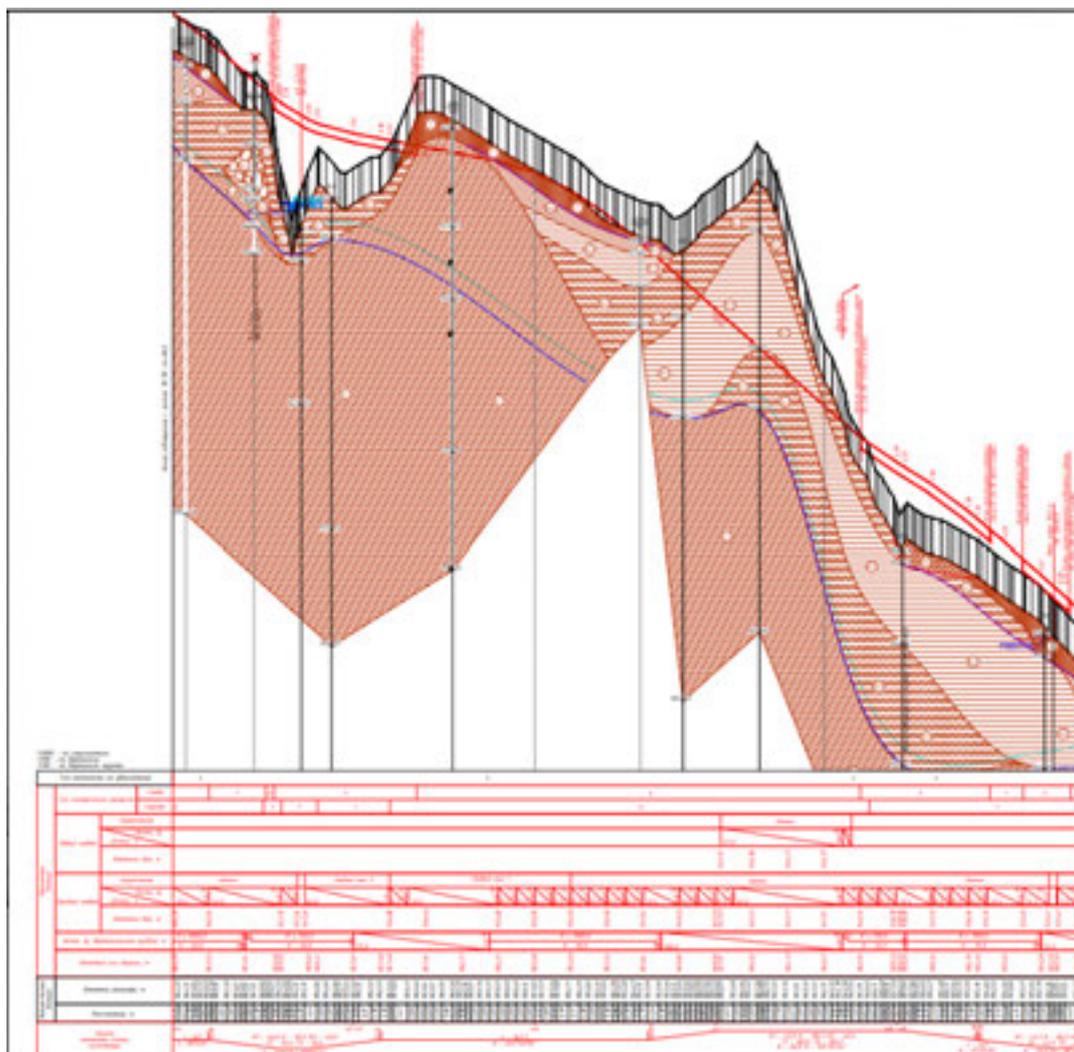


Рис. 5. Характерный фрагмент продольного профиля участка дороги

Проектная линия продольного профиля запроектированного участка горной дороги представляет собой плавную линию, обеспечивающую гармоничное вписывание пространственной линии трассы в окружающий рельеф местности и, одновременно, улучшенное сочетание вертикальных и горизонтальных кривых. Тем самым соблюдены правила внешней и внутренней гармоничности трассы горной автомобильной дороги. Зрительную плавность и ясность дальнейшего направления трассы дороги для водителей определяли с помощью перспективных изображений участков, построенных с помощью Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД) «IndorKAD». Продольные уклоны проектной линии также соответствуют требованиям нормативных документов.

Поперечные профили земляного полотна дороги запроектированы с учетом уклонов местности горного рельефа. Для обеспечения устойчивости земляного полотна и дороги в целом запроектированы верховые и низовые подпорные стенки.

В заключении можно отметить, что применение современных технологий проектирования данного объекта позволило обеспечить высокое качество проектных решений и повысить безопасность дорожного движения.

#### **Библиографический список:**

1. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1969. – 168 с.
2. Близниченко С.С., Фортуна Ю.А. Автоматизированное проектирование продольного профиля горных автомобильных дорог // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1990. № 2. С. 115-118.
3. Близниченко С.С., Фортуна Ю.А. Оценка качества проектных решений в системе автоматизированного проектирования горных автомобильных дорог // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1989. № 9. С. 100-102.
4. Близниченко С. С., Копытов А. Е. Реконструкция трасс предгорных участков автомобильных дорог с учетом обеспечения их внутренней гармоничности // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика». Том 2. 14-15 ноября 2013 г., Пермь. – Пермь: Издательство ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический ун-т», 2014. – С. 236-243.
5. Малюта В.Е. Современные технологии обеспечения видимости на вертикальных кривых продольного профиля// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 56-60.
6. Потаков Б.К. Современные технологии расчета скоростей движения по продольному профилю переменной кривизны// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 61-64.
7. Тибилев Т.В. Современные технологии проектирования автомобильных дорог в горной местности// В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России. – Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград, 2022. С. 69-75.

**УДК 625.7: 625.731**

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ КОЛЕИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА**

Лескина Л.М. (аспирант кафедры СиЭТС)

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Алексиков С.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

Одним из основных факторов, обеспечивающих безопасность дорожного движения, является нормативное состояние автомобильной дороги или отсутствие каких-либо дефектов на ней. Статья содержит обзор информации об источниках, в которых ключевой проблемой является колеобразование.

One of the main factors ensuring road safety is the regulatory condition of the highway or the absence of any defects on it. The article contains an overview of information about sources in which the key problem is track formation.

В настоящее время отмечается повышение интенсивности транспортного потока, а также превышение допустимых нагрузок (массы) транспортных средств, что влечет за собой повышенный износ и, как следствие, образование такого дефекта, как колея. С высокой степенью колейности на автомобильной дороге напрямую связаны аквапланирование и потеря сопротивления скольжению.

Проблема образования колеи была рассмотрена многими авторами, является актуальной для дорожной отрасли и в настоящее время, ее решение позволит повысить безопасность дорожного движения, предотвратить снижение ровности и прочности дорожной одежды, что позволит поддерживать эксплуатационные характеристики автомобильной дороги, в том числе и скорость движения транспортных средств.

В статье [1] колея описана как деформация, часто встречающаяся на автомобильных дорогах и образующаяся вследствие внутренних и внешних факторов, а именно физико-механических характеристик дорожной конструкции и земляного полотна, а также влияния климата и транспортных нагрузок. Автором описываются последствия образования колеи и предложены способы для ее предотвращения.

В статье [2] выявлены причины образования колеи на автомобильных дорогах с асфальтобетонными покрытиями, основной из которых является деформирование слоев дорожной одежды и земляного полотна. Глубина колеи в местах кратковременных стоянок автобусов выше глубин колеи на участках с обычным режимом движения. Авторами предлагается применение конструкций дорожной одежды со скрытоколейными элементами, устраиваемыми в траншеях, нарезанных в основании из зернистого материала или грунте земляного полотна. Данные конструкции снижают

материалоемкость устройства дорожной одежды и повышают однородность ее деформирования по ширине полос движения, тем самым уменьшая глубины колеи. По мнению авторов, механизация работ по устройству скрытоколейных элементов делает эти конструкции реальными в обозримой перспективе.

В статье [3] рассматривается методика Prall Test – широко применяемая в европейских странах, США и Канаде, для оценки влияния шипованной резины на покрытия автомобильных дорог. В России для имитации эксплуатационных нагрузок на асфальтобетон в лабораторных условиях и оценки его долговечности при дальнейшей эксплуатации применяется ГОСТ 58406.5-2020 «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения истираемости».

В работе авторов [4] рассмотрено влияние климатических условий на образование колеи на автомобильных дорогах. Проведены прогнозные расчеты, по итогам которых сделан вывод о необходимости ограничения въезда тяжеловесных транспортных средств при температуре выше 50С°. Кроме данных рекомендаций, предложен ввод в состав асфальтобетонной смеси добавки-модификатора.

В исследовании [5] были проведены испытания на сопротивление сжатию для оценки остаточной деформации, основанной на взаимосвязи между свойствами смеси (состав и тип асфальтобетона) и температуре испытания. Результаты показали, что аккумулятивная (накопленная) пластическая деформация была выше во время испытаний с повторной нагрузкой, чем во время испытаний со статической нагрузкой. Для прогнозирования глубины колеи для слоя асфальтобетона с помощью программы VESYS5W был выполнен графический анализ. Результаты показали значительную разницу между двумя испытаниями, указывая на то, что испытание с повторной нагрузкой более адекватно (соответствует), пригодно и точно по сравнению с испытанием на статическую нагрузку для оценки глубины колеи. В исследовании степенная модель была использована для получения параметров имитации остаточной деформации слоя асфальтобетона при одноосных повторяющихся и статических сжимающих нагрузках. Итоговые результаты данного исследования показали большую разницу между упомянутыми двумя испытаниями. Прогнозируемая глубина колеи, основанная на испытании с повторяющейся нагрузкой, разумно соответствовала фактической глубине колеи.

В исследовании [6] изучена возможность использования облаков точек, собранных системами Mobile LiDAR, для измерения глубины колеи. Использование доступных облаков для определения интенсивности колеиности на критических участках дорожного покрытия может привести к значительной экономии средств и времени. В работе представлены четыре различных стратегии агрегации точек облака для создания поперечного сечения. Такие стратегии были созданы для повышения точности измерений отдельных датчиков. Значения глубины колеи, полученные для каждой

стратегии поперечного сечения, сравнивались со значениями, измеренными вручную на объекте. В работе представлена оценка стратегий объединения облаков точек для создания поперечных сечений, которые используются для измерения значений глубины колеи. Наилучшие результаты среднеквадратичных значений были получены с использованием стратегии, в которой используется дезагрегация точек облака в исходных профилях датчиков. С использованием GPS, сохраненным для каждой точки облака, координаты отдельных точек облака профиля усредняются. Основываясь на полученных результатах, облака точек мобильных лидарных систем могут быть эффективным и надежным источником для прогнозирования критических участков с колеиностью на дорогах.

В связи с увеличением интенсивности транспортного потока на автомобильных дорогах, а также превышением нагрузок транспортных средств, проблема образования колеиности стала одной из ключевых проблем в дорожной отрасли.

Анализ рассматриваемых работ показывает, что в настоящее время существуют как расчетные модели для измерения колеи, так и специализированные программы и оборудование, однако на территории Российской Федерации в настоящее время отсутствуют узконаправленные нормативно-технические документы, с использованием которых возможно было бы спрогнозировать величину колеи, взяв за основу такие входные данные, как состав и интенсивность транспортного потока на рассматриваемом участке, и использовать полученные результаты повсеместно.

Имея возможность расчета скорости образования колеи на автомобильных дорогах с учетом интенсивности и состава транспортного потока, возможно, эффективно предотвратить образование колеи, либо снизить ее влияние на безопасность дорожного движения за счет незначительной глубины.

#### **Библиографический список:**

1. Угланов Ю.А. Проблема колееобразования на дорогах с асфальтобетонным покрытием // Техническое регулирование в транспортном строительстве, 2022, №1.
2. А.С. Александров, Т.В. Семенова, А.Л. Калинин Анализ причин колееобразования на покрытиях нежестких дорожных одежд и рекомендации по уменьшению этого явления. Вестник СибАДИ. 2019;16(6): 718–745. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-718-745>.
3. Гусманова Т.Ф., Хафизов Э.Р. Использование методик расчета износного колееобразования покрытия для предсказания показателя Prall Test // Техника и технология транспорта. 2021. № 2 (21). С. 18. URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N21-18TI221.pdf>.
4. Sirojiddin Nomozovich Yadgarov, Pulatova Zulfiya, Bobomurod Qurbonov, Influence of climatic conditions on the occurrence of wheel track deformation on asphalt paved roads // E3S Web of Conferences, 2021.
5. Farhan Alzaidy, Amjad Hamad Khalil Albayati, A Comparison between Static and Repeated Load. Test to Predict Asphalt Concrete Rut Depth // Engineering, Technology and Applied Science Research, 2021.
6. Luis Gézero, Carlos Antunes, Road Rutting Measurement Using Mobile LiDAR Systems Point Cloud // International Journal of Geo-Information, 2019.

*Leskina L.M. Methods for estimating the rate of track formation on highways depending on the intensity and composition of traffic flow*

**УДК 614.841.2**

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ**

Мирохина Е.А. (гр. СМ-3-21)

*Кафедра строительства и эксплуатации транспортных сооружений*

*Волгоградский государственный технический университет*

Анализ распространения ландшафтных пожаров на территории Волгоградской области является следствием недостаточной эффективности мероприятий по их предупреждению, заключающейся в неработоспособности применяемых мер. Основными мероприятиями по защите придорожной полосы от ландшафтных пожаров является – очистка придорожной полосы от мусора и сухой травы, уничтожение небольшой растительности на магистралях, создание противопожарных минерализованных полос или же других противопожарных барьеров. Автором рассмотрен вариант применения в качестве огнезащитных и огнетушащих средств двухкомпонентные огнетушащие составы на основе воды и неорганических веществ, образующих гидрогели.

The analysis of the spread of landscape fires on the territory of the Volgograd region is a consequence of the insufficient effectiveness of measures to prevent them, which consists in the inefficiency of the measures applied. The main measures to protect the roadside strip from landscape fires are – cleaning the roadside strip from debris and dry grass, destruction of small vegetation on highways, creation of fire-fighting mineralized strips or other fire barriers. The author considers the option of using two-component fire extinguishing compositions based on water and inorganic substances forming hydrogels as flame retardants and fire extinguishing agents.

В Волгоградской области велика вероятность возникновения ландшафтных и степных пожаров за счет географического расположения ее в зоне сухих степей и полупустынь. При общей площади 113 тыс. кв. км, леса в регионе занимают лишь 4,3%. Общая площадь лесов Волгоградской области составляет 699,0 тыс. га.

Ландшафтные пожары в регионе являются серьезной проблемой, за счет частых периодов сильных засух, когда число возгораний резко возрастает. Часть возникших пожаров, которые не успевают потушить или плохо локализуют, достигают крупных размеров, создавая чрезвычайные ситуации, усугубляясь, если на их пути оказываются населенные пункты, дорожные полосы или другие важные объекты. Наибольшие площади возгорания зафиксированы в Палласовском районе. Это связано с низкой освоенностью территории, по этой причине пожары свободно распространяются на значительные пространства. Кроме Палласовского значительные площади степных пожаров отмечались в Иловлинском, Калачевском, Ольховском и Быковском районах [1].

Рост количества пожаров в Волгоградской области за период 2018-2022 г.г. зарегистрирован по следующим основным причинам:

– нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок – 0,2% пожаров;

- нарушение правил устройства и эксплуатации газового оборудования – 0,6%;
- умышленные действия по уничтожению имущества (поджог) – 3,1%;
- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования – 7,5%;
- неосторожное обращение с огнем 88,6%.

Строительство автомобильных дорог осуществляют исходя из требований обеспечения сохранности геометрических форм и устойчивости всех конструктивных элементов независимо от погодных условий и времени года. Конструкция земляного полотна проектируется с учетом требуемых транспортно-эксплуатационных и инженерно-геологических условий, воздействия природных факторов в районе строительства и других конкретных условий. Одним из основных требований является расположения полосы отвода и придорожных полос вдоль автомобильных дорог (рисунок 1).

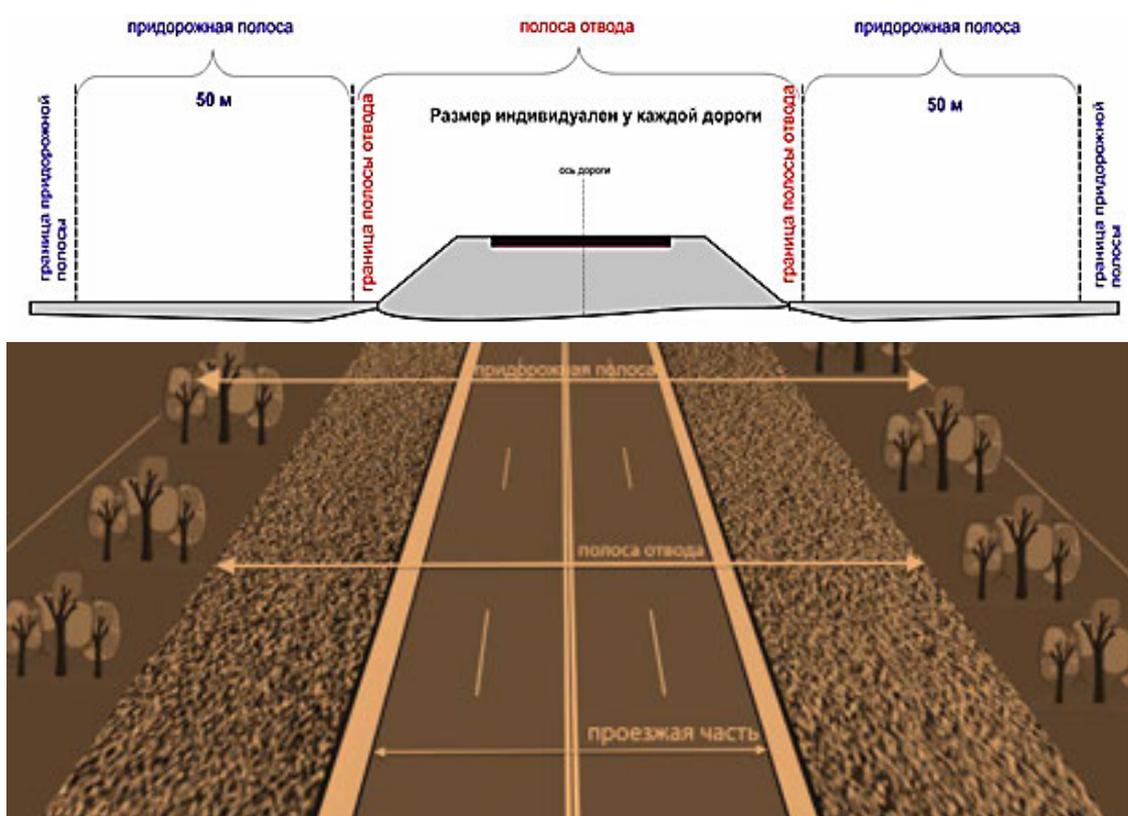


Рис. 1. Схема расположения полосы отвода и придорожных полос вдоль автомобильных дорог

Главными задачами озеленения считаются защита дорог и их конструктивных элементов от воздействия негативных природно-климатических факторов, защита прилегающих к дороге территорий от транспортных загрязнений, создание деталей благоустройства и архитектурно-художественного оформления дороги [2-3]. Размещение всех видов озеленения на вновь строящихся автомобильных дорогах общего пользования имеет возможность осуществляться в пределах придорожной полосы шириной не менее 50 метров от границы полосы отвода.

Основными мероприятиями по защите придорожной полосы

автомобильных дорог от ландшафтных и степных пожаров являются:

- регулярный осмотр дорожной комиссией придорожной полосы на отсутствие нарушений;
- очистка придорожной полосы от мусора и сухой травы;
- информирование водителей о правилах езды на данных территориях (запрещено выбрасывать мусор);
- обеспечение (по мере необходимости), в период повышенной пожарной опасности (высоких температур) поливку придорожных насаждений (травы, деревьев и кустов), составами, включающими в себя пенообразователи (смачиватели) и огнетушащие составы, придающими огнестойкость лесным материалам на длительное время;
- уничтожение мелкой растительности вдоль дороги.
- создание противопожарных минерализованных полос или иных противопожарных барьеров.

Для борьбы с ландшафтными и степными пожарами в наземных условиях наилучшими свойствами обладают пенообразователи (смачиватели) и огнетушащие составы. Горючие материалы, обработанные такими растворами, теряют способность гореть на длительное время. Из подобных составов можно отметить пенообразователи-смачиватели "ФАЙРЭКС" и "FIRELCE", антипирен FRCROS 134P. Кроме того, в качестве смачивателей можно использовать другие углеводородные пенообразователи в меньшей концентрации, но их эффективность значительно уступает специализированным смачивателям.

В качестве поверхностно активных веществ (ПАВ) применяют моющие средства типа "Прогресс", "Дон", "Астра", а также смачиватели группы ОП-7, ОП-10.

Огнетушащие химикаты применяют для тушения горения на кромке низового пожара, создания опорных полос для отжига, а также для дотушивания оставшихся очагов горения после локализации пожара [4].

При необходимой продолжительности огнезадерживающего действия опорной полосы не более 1 ч достаточно применить раствор ПАВ (т.е. воду со смачивателем), а для обеспечения более длительного действия (до 24 ч) следует использовать 20%-й раствор хлористого кальция или хлористого магния с 0,5%-й добавкой смачивателя ОП-7.

Известен также твердый смачиватель Ливень-ТС "Флора", который предназначен для тушения торфяных, травяных и лесных пожаров, когда подача воды представляет значительную проблему. Повышенная смачивающая способность раствора смачивателя позволяет сэкономить расход воды на 50% и, как следствие, уменьшить время тушения пожара [4].

Придорожные полосы автомобильной дороги – это территории, которые прилегают с обеих сторон к полосе отвода автомобильной дороги и в границах которых устанавливается особый режим использования земельных участков в целях обеспечения требований безопасности дорожного движения, а также нормальных условий реконструкции, капитального ремонта,

ремонта, содержания автомобильной дороги, ее сохранности с учетом перспектив развития автомобильной дороги.

Лесополосы в степной зоне, которой и является Волгоградская область, являются творением рук человеческих. Они выполняют огромную экологическую функцию. Лесные полосы защитные насаждения в степной зоне имеют важное водоохранно-защитное, санитарно-гигиеническое, климатическое и декоративное значение. Они снижают скорость ветра, уменьшают непродуктивное испарение влаги, предохраняют и защищают почву от развития водной и ветровой эрозии, от вымерзания, задерживают и равномерно распределяют снег на полях. При повышении лесистости происходит формирование более благоприятного микроклимата территории. Ассортимент используемых для этих целей древесных и кустарниковых растений наиболее приспособлен к почвенно-климатическим условиям степного района.

И самый главный вывод, который необходимо сделать, заключается в том, что правила противопожарной безопасности необходимо соблюдать каждому гражданину страны, всем нам необходимо сохранять лес, беречь его от пожаров и вырубки.

#### **Библиографический список:**

1. С.С. Шинкаренко, А.Н. Берденгалиева Анализ многолетней динамики степных пожаров в Волгоградской области. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. №2. С. 98–110

2. Анопин В.Н., Рулев Г.А. Анализ и оценка придорожных лесных полос с использованием ГИС-технологий // Агролесомелиорация в системе адаптивно-ландшафтного земледелия: поиск новой модели (к 90-летию академика РАСХН Е. С. Павловского): материалы Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. С. 22-25.

3. Григорьев А.Н., Гундар С.В., Денисов А.Н. Управление силами и средствами при тушении пожаров (тушение лесных пожаров силами ФПС МЧС России): Монография. [Текст] М.: Академия ГПС МЧС России, 2014 – 139 с.

4. Методика тушения ландшафтных пожаров (утв. МЧС России 14 сентября 2015 г. N 2-4-87-32-ЛБ).

*Mirokhina E.A. Measures to protect the roadside lane of highways from landscape fires*

**УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА И ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА  
СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ  
ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Сальников А.В. (гр. ОТИ-1-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Балакин В.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

Обосновывается необходимость выбора видового состава древесно-кустарниковых насаждений при озеленении объектов транспортной инфраструктуры с учетом многостороннего негативного воздействия выбросов автомобильного транспорта и противогололедных реагентов на городские средовые системы.

The necessity of choosing the species composition of tree and shrub plantations in the landscaping of transport infrastructure facilities is substantiated, taking into account the multi-sided negative impact of emissions of motor transport and deicing reagents on urban environmental systems.

В результате резкого роста парка автомобилей и повышения интенсивности движения в городах, особенно в их центральной части, усилился процесс ослабления роста, усыхания и гибели зелёных насаждений на магистральных дорогах и улицах, в парках, скверах, бульварах и дворовых территориях. Например, в г. Москве в полосе национального парка «Лосиный остров», прилегающей к МКАД, наблюдается прогрессирующее ухудшение зелёных насаждений, причём санитарное состояние растительности напрямую зависит от их удалённости от автомагистрали [1].

Основной причиной массового ослабления древесных растений в городах является высокая степень загрязнения атмосферного воздуха. В ходе инвентаризации деревьев и кустарников в Московском округе г. Калуги установлено, что при превышенном количестве диоксида азота в воздухе магистральных улиц на листьях таких растений, как липа широколистная, тополь серебристый, лещина обыкновенная появляются пятна серо-зеленого оттенка. Эти пятна постепенно грубеют, высыхают и становятся белыми. Также выявлено периферийное поражение листовой пластинки у ясеня высокого и дуба черешчатого как результат влияния оксида серы [2]. Кроме того, придорожные полосы озеленения загрязняются продуктами износа шин и тормозных накладок, сыпучими и пылящими грузами.

В Волгограде проведена экологическая оценка древесно-кустарниковой растительности на объектах озеленения общего пользования. В процентном соотношении категории состояния деревьев при объеме выборки 100 штук, распределились следующим образом: 66,81 % деревьев относятся к ослабленным и сильно ослабленным; 24,85 % – без признаков ослабления; 8,34 % – усыхающие деревья, сухостой текущего года и прошлых лет [3]. Состояние большей части зелёных территорий города следует признать неудовлетворительным. В пределах разделительных полос магистральных дорог и

улиц озеленение представлено в основном однорядными посадками деревьев без кустарников. Например, на улице Череповецкой, имеющей статус магистральной улицы общегородского значения, озеленение представлено, в основном, однорядными полосами слишком далеко друг от друга расположенных деревьев без какого-либо кустарника (рис. 1). При таком расположении деревья особенно страдают от загрязнения. Кроны растений обожжены, листья подвержены некротическому повреждению в течение всего вегетационного периода [4].



Рис. 1. Однорядные полосы озеленения на ул. Череповецкой в г. Волгограде в зоне индивидуальной застройки

Другой причиной ослабления зеленых насаждений является использование в технологиях зимнего содержания дорог химических методов борьбы со скользкостью покрытий. Чаще всего используют противогололёдные реагенты (ПГР) – хлориды, нитраты и фосфаты. Наибольшее распространение получили хлориды щелочных и щелочно-земельных металлов, в частности хлориды натрия, кальция и магния. При использовании пескосоляной смеси скорость движения транспорта повышается на 9–11 км/ч, а при полном расплавлении льда с помощью хлоридов скорость движения увеличивается на 15,5–21,5 км/ч [5]. Дорожно-эксплуатационным службам предложены разработки быстродействующих ПГР [6]. Это бинарные и тройные смеси: нитрат кальция – мочевины  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ , нитрит-нитрат кальция – мочевины  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ , нитрит-нитрат кальция – хлорид  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 - \text{CaCl}_2$ , нитрит-нитрат кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 - \text{Ca}(\text{NO}_3)_3$ . Эти ПГР не вызывают коррозии любых металлов и не разрушают асфальто- и цементобетонные покрытия дорог.

Однако, кроме чисто технического аспекта применения ПГР не менее важен аспект экологический. В настоящее время пока не формализован учёт риска от ПГР для биоты, водного, почвенного и воздушного компонентов придорожных экосистем. Противогололёдные химические материалы загрязняют почвенный слой, проникают в грунтовые воды, угнетают растительность. Засоление хлоридами, сульфатами и карбонатами нарушает в почве деятельность полезной микрофлоры, что отражается на режиме питания растений [7]. По данным обследования снегового покрова установлено, что зона негативного влияния автомобильных дорог распространяется от 3 до 150–200

м в зависимости от конкретных ландшафтных условий (открытое пространство, наличие зданий или древесно-кустарниковых насаждений) [1, 8].

Экотоксичные химреагенты – хлориды, сульфаты и другие соли воздействуют на придорожную растительность как при прямом контакте с наземными частями растений, так и через почву. Они аккумулируются в почве и в процессе таяния снега вызывают её постепенное засоление, изменяют цвет листьев деревьев и кустарников, негативно влияют на рост и развитие и приводят к их засыханию. Содержание ионов натрия в городской почве превышает фоновые значения в десятки раз даже в летний период, когда почва должна промываться дождевыми водами [9]. Степень воздействия зависит от выносливости растений к тем или иным реагентам. Например, в условиях Москвы наименее устойчивыми к засолению породами являются берёза повислая, липа мелколистная и клён ясенелистный [10].

В мегаполисах концентрация хлористого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне вдоль дорог достигает 1300...1900 мг/л., в то время, как на фоновых участках содержание этого вещества в снеговой воде не превышает 1...2 мг/л [1]. Повышение концентраций солей в почве вызывает увеличение осмотического потенциала водного раствора, что затрудняет поглощение растениями воды. Хлориды, сульфаты и карбонаты вызывают изменения растворимости и доступности для растений многих важных макро- и микроэлементов, что ведёт к ухудшению минерального питания растений. Засоление нарушает в почве деятельность полезной микрофлоры, что также отражается на режиме питания растений. Пожелтение и опадание листьев наступает гораздо раньше обычных сроков из-за накопления в листьях токсических веществ. При постоянном многолетнем воздействии отработавших газов (ОГ) автомобилей в сочетании с дорожной пылью и хлоридами в высоких концентрациях хвойные породы обрезаются на гибель в течение 10...15 лет, а лиственные – на постепенное угнетение роста, повреждение листьев и усыхание ветвей в кронах [7].

Обеднение городских насаждений необходимыми для них химическими элементами при одновременном обогащении элементами, наиболее характерными для атмосферных загрязнений, приводит к нарушениям в питании растений. Исследования, выполненные на улицах и в лесопарковой зоне Москвы, показали, что наиболее интенсивно нарушается природное соотношение элементов и, следовательно, баланс элементов питания в центральной и срединной зонах города у липы, клёна ясенелистного и тополя. Здесь снижение содержания марганца – наиболее важного для растений элемента относительно содержания меди, свинца и железа проявляется в наибольшей степени [11].

Повышенные концентрации загрязняющих веществ в воздухе отмечаются в узкой локальной зоне вдоль автомагистралей шириной до 50 м. Вместе с дефицитом влаги на примагистральных территориях формируется комплекс экстремальных воздействий, испытываемых растительностью в течение всего года, что ведёт к ускорению нарушения и повреждению растений. Максимальное содержание цинка в листе осины и дуба были обнаружены на расстоянии от

магистралей до 10...15 м [12]. Поэтому все внешние признаки ослабления деревьев (неравномерное распускание листьев, более раннее пожелтение и опадение листвы и т.д.) в подавляющем большинстве случаев приурочены к их расположению в непосредственной близости от дорог, вдоль которых с проезжей части распространяются атмосферные загрязнения. Образующиеся при этом аэрозоли прилипают к растениям и некоторые содержащиеся в них микроэлементы абсорбируются листьями. На улицах крупнейшего города, по сравнению с парком жилого района, в листьях деревьев содержится железа в 3,8...9,2 раза больше, меди – в 1,7...3,0, хрома – в 3,6...6,1 и свинца – в 1,8...3,0 раза [13].

Из-за накопления в древесных растениях токсических веществ замедляется рост побегов и листьев. При увеличении интенсивности движения автотранспорта от 1550 до 9615 авт/час на перекрестках г. Москвы годичный прирост у древесных пород на прилегающих объектах озеленения (Яузский, Суворовский и Ильинский бульвары, сквер на Пушкинской площади) уменьшается у клена остролистного на 5...27%, липы мелколистной – на 8...28%, березы повислой – на 15...22%, вяза гладкого – на 4...15% [7]. В условиях г. Москвы эти виды являются наиболее чувствительными к ОГ [14]. В то же время, у высоко газоустойчивых пород сокращение годового прироста побегов наименьшее (у ясеня пенсильванского «аукуболистного» на 9,7...13,2%) или годовой прирост побегов повышен (у ясеня ланцетолистного на 3...12%). Рост побегов у этих видов, как и у тополя Болле [15], стимулируется за счет активизации оксидами азота синтеза общего и белкового азота [7].

При выборе видового состава зеленых насаждений для уличного озеленения следует учитывать их роль в процессах очищения городской среды от атмосферных загрязнений. Растения могут усваивать и вовлекать в метаболизм веществ такие ингредиенты, вредные для здоровья, как двуокись серы, окислы азота, аммиак, ассимилируя их листьями. Также следует иметь в виду, что выбросы автомобилей не только накапливаются в листьях и хвое, но и подвергаются транслокации по органам, а затем удаляются в корни и почву. Транслокация поллютантов по растению проходит более интенсивно у устойчивых пород. Например, транслокация сульфатов у устойчивых видов древесных растений доходит до 68% за 24 часа, а у неустойчивых – до 27% [16]. Поэтому насаждения для озеленения улиц и дорог должны быть достаточно газоустойчивыми и способными поглощать вредные вещества. Устойчивые виды обладают более высокой скоростью метаболизма и не аккумулируют атмосферные загрязнители. В связи с этим при реконструкции объектов озеленения на магистральных дорогах и улицах необходима соответствующая корректировка видового состава древесно-кустарниковых растений. Например, в лесорастительных условиях Волгограда этим требованиям отвечают клены ясенелистный и татарский, тополь канадский, ясень обыкновенный, айлант, акация белая, жимолость [17].

Вместе с оптимальным выбором ассортимента деревьев и кустарников для озеленения в процессе эксплуатации транспортных сооружений

необходимо обеспечить максимальное сохранение равновесия в природных экосистемах придорожной полосы – почвенном слое, травяном покрове, древесно-кустарниковой растительности, особенно при использовании в технологиях зимнего содержания дорог химических методов борьбы со скользкостью покрытий.

#### **Библиографический список:**

1. Систер В.Г. Экологическое состояние городских территорий. Ч.3. Загрязнение почвы городов. Чист. город. 2003, №4. С. 19–25.
2. Ивченко Т. В., Романова Р.А., Короткова Е.Ю. Озеленение крупных населенных пунктов как компенсация загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом // Экология урбанизированных территорий. 2014, №1. С. 30–33.
3. Кириллов С.Н., Половинкина Ю.С. Оценка состояния зеленых насаждений общего пользования г. Волгограда // Вестник ВолГУ. Сер. 11, Естественные науки. 2013. № 1(5). С. 29–34.
4. Барикаева Н.С. Проблемы озеленения примагистральных территорий в Волгограде // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России : материалы IV науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 11-14 мая 2010 г., Волгоград / Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. Волгоград, 2010. С. 279–284.
5. Звонов Ю.Б. Выбор методов борьбы с зимней скользкостью автомобильных дорог в целях повышения безопасности движения автомашин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1989. 22 с.
6. Платонов А.П., Соколов В.И. Меры снижения воздействия противогололедных материалов на придорожные территории // Наука и техника в дорожной отрасли. 1997, №2, С.11, 33.
7. Кочарян К.С. Эколого-лесоводственные основы зелёного строительства в крупных городах Центральной части России (на примере г. Москвы): Дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1999. 395 с.
8. Капелькина Л.П., Бакина Л.Г., Бардина Т.В. Экологическое состояние почв озеленённых транспортных магистралей Санкт-Петербурга. Экология большого города: Альманах, вып.5. Проблемы содержания зелёных насаждений в условиях Москвы. М.: Группа «СТАГИТИТ». 2004, с.91–96.
9. Состояние растительного и животного мира Москвы и ЛПЗП. Экол. вестн. Москвы, 1999, №4, с.80–124.
10. Калашникова О.В. Влияние противогололедных препаратов на состояние зелёных насаждений // 4 Международная научно-практическая конференция «Проблемы управления качеством городской среды», Москва, 2001.: Сборник докладов. М: Прима-Пресс-М., 2001. С.267–269.
11. Малина В.П., Шленская Н.М. Тяжёлые металлы в атмосферном воздухе и их влияние на зелёные насаждения в городских условиях. Хранение и переработка сельхозсырья. 1999, №11. С.55–56.
12. Боровский Б.В., Закутин В.П., Ершов Г.Е. и др. Эколого-геохимические последствия загрязнения окружающей среды в районе автомагистралей г. Тольятти (в связи с оценкой качества подземных питьевых вод) / ЭКВАТЭК-2000: 4-й международный конгресс «Вода: Экология и технологии». Москва, 30 мая – 2 июня, 2000. Тезисы докладов. М.: СИБИКО Интернэшнл. 2000. С. 217–218.
13. Чернышенко О.В. Аккумуляция металлов древесными растениями в городских экстремальных условиях // Лесохозяйственная информация. 2000. №9–12. С. 24–28.
14. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

15. Тарабрин В.П., Шацкая Р.М. Влияние кислых газов на азотный обмен древесных растений. Растения и промышленная среда. Материалы III научной конференции. Киев, 1976. С. 130–133.

16. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: Дис. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 200 с.

17. Балакин В.В. Принципы формирования средозащитных полос зеленых насаждений на городских дорогах и улицах // Ученые Волгограда – развитию города: сб. ст. Волгоград, 2009. С. 109–111.

*Salnikov A.V. Consideration of the impact of emissions of motor transport and deicing reagents on the condition of woody plants during landscaping of transport infrastructure facilities*

**УДК 656.1**

## **ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННО-ЭСТЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ 0-ОЙ ПРОДОЛЬНОЙ МАГИСТРАЛИ В Г. ВОЛГОГРАДЕ**

Сидоренко А.В. (гр. СМ-3-22), Волков В.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук, проф. Девятков М.М.

*Волгоградский государственный технический университет*

*Институт архитектуры и строительства*

Значимость 0-й продольной магистрали в Волгограде очевидна. Благодаря ей был разгружен от пробок центр города. Но есть и другая сторона медали – эта дорога имеет протяженные прямолинейные участки, на которых водители транспортных средств превышая скоростной режим, провоцируют дорожно-транспортные происшествия. Также на данной магистрали имеются аварийно-опасные примыкания, геометрию которых необходимо корректировать. Для этого важно провести оценку информационно-эстетических и технологических потребительских свойств, приведённый в данной статье.

The importance of the 0-th longitudinal freeway in Volgograd is obvious. Thanks to it, the city center was relieved of traffic jams. But there is another side of the medal - this road has long straight sections, on which the drivers of vehicles, exceeding the speed limit, provoke traffic accidents. Also, on this highway there are emergency dangerous junctions, the geometry of which should be corrected. To do this, it is important to assess the information-aesthetic and technological consumer properties given in this article.

В соответствии с генеральным планом г. Волгограда предусмотрено строительство в прибрежной зоне р. Волга 0-ой Продольной магистрали от Тракторозаводского до Красноармейского района. К настоящему времени (01.01.2023 г.) запроектировано, построено и введено в эксплуатацию 6,5 километров этой важнейшей дороги, в значительной степени формирующий внешний облик и технологическое пространство для жителей и гостей города-героя Волгограда. На этапе планируемого дальнейшего развития магистрали важно оценить соответствие этого участка запросам пользователей. Для этих целей воспользуемся теоретическими и методологическими подходами, разработанными в ИАиС ВолгГТУ.

Для использования метода экспертных оценок сформирована экспертная группа по отбору системы потребительских свойств. В её состав вошли представители:

- муниципального самоуправления, региональной администрации;
- специалисты дорожных проектных и эксплуатационных предприятий;
- архитекторов и инженеров-проектировщиков;
- водителей и пешеходов;
- маломобильных участников движения.

Этой экспертной группой, на основе анализа большого количества потребительских свойств (ПС), сформированных в результате исследований в ИАиС ВолгГТУ, определён перечень информационно-эстетических и технологических ПС для укрупнённой оценки этих свойств на 0-ой Продольной магистрали в г. Волгограде. В него вошли показатели, представленные в таблице 1.

Для каждого показателя ПС уровень соответствия фактического и сравнительного состояния ПС определялся частным коэффициентом обеспеченности достижения оценочных показателей ПС ( $O_{xyij}$ ), который устанавливается по отношению уровней фактических ( $Y_{ФПС}$ ) и сравнительных ( $Y_{СПС}$ ) ПС,

$$O_{xyij} = \frac{Y_{ФПС}}{Y_{СПС}}. \quad (1)$$

Таблица 1

Перечень информационно-эстетических и технологических потребительских свойств для оценки 0-ой Продольной магистрали

<b>Информационно-эстетические потребительские свойства (ИЭ ПС)</b>		
<i>Целевые показатели</i>	<i>Критериальные показатели</i>	<i>Оценочные показатели</i>
<i>Визуально-ориентирующее воздействие Ц<sub>11</sub></i>	<i>Зрительная ясность и зонирование дороги К<sub>11-1</sub></i>	<i>Наличие и ориентирующий уровень доминантных элементов О<sub>11-1-1ф</sub></i>
Визуально-ориентирующее воздействие	Непрерывность визуального ориентирования	Наличие и уровень распознавания придорожных элементов, обеспечивающих непрерывность визуальной ориентации в направлении движения для водителя
Визуально-информационное воздействие	Легкая узнаваемость информационных элементов	Уровень узнаваемости символов на информационных элементах
		Быстрота распознавания информации (символьной или буквенной, словесной)
		Уровень соответствия формы элементов визуальной ориентации требованиям движения

Мировоззренческое воздействие — своеобразие придорожной полосы	Местные достопримечательности	Наличие архитектурного мотива дороги и элементов обустройства
		Уровень использования местных достопримечательностей в обустройстве дороги и ее элементах
	Исторический контекст	Наличие (количество) исторических деталей в составе обустройства дорог, улиц и их элементов (площади, свободные территории)
		Уровень соответствия прилегающей местности
	Географическая и этнокультурная идентичность прилегающей местности	Количество элементов идентичных прилегающей местности
<b>Технологические потребительские свойства (Т ПС)</b>		
Безопасность движения для всех участников транспортного процесса	Аварийность (типы ДТП, тяжесть ДТП)	Риск ДТП
		Риск гибели в ДТП
		Риск велосипедистов и пешеходов попасть в ДТП
	Скоростные ограничения для транспортных потоков	Коэффициент безопасности
		Риск нарушения скоростного режима ( $V_{50}$ , $V_{85}$ , $V_{max}$ )
	Ситуационные ограничения для транспортных потоков	Количество и частота возникновения конфликтных ситуаций на линейных участках дорог
Уровень безопасности пересечений		
Возможность подъезда к прилегающим к дороге объектам	Возможность парковки	Количество и степень загрузки парковок
		Удобство и безопасность въезда и выезда с парковки
	Качество остановок общественного транспорта	Расположение и удобство доступа
		Оформление и оснащение
		Наличие расписания

В результате оценки условий движения на 0-ой Продольной магистрали по уровню соответствия выбранным потребительским свойствам установлен ряд участков и элементов с низким уровнем потребительских свойств. Перечень, причина низкого уровня ПС этих объектов и их местоположение представлены в таблице 2 и на рис. 1.

Таблица 2

Перечень дорожных объектов на 0-ой Продольной магистрали с низким уровнем информационно-эстетических и технологических потребительских свойств

Номер на рис.1	Наименование дорожного объекта	Общая характеристика причин низкого уровня потребительских свойств
1	Остановки общественного транспорта в попутном и встречном направлении	
1.1	«Академия физкультуры»	Однообразие остановочных павильонов - скучные и серые. Отсутствие малых архитектурных форм.
1.2	«Стадион Волгоград Арена»	
1.3	«ЦПКиО»	
1.4	«Речпорт»	
1.5	«Музей Россия - Моя история»	
2	Выезд с прилегающей территории парковки смотровой площадки под Волгоградским мостом	Наличие смертельных ДТП, злоупотребление водителями прямолинейным участком дороги, повлекшим пренебрежение правилами дорожного движения и развитием превышающих скоростей
3	Примыкание ул. Землянского	Увеличенное количество ДТП, острый угол примыкания к дороге с большой интенсивностью и тем самым неудобство пользования из-за отсутствия видимости
4	Примыкание ул. 7-й Гвардейской	Большая интенсивность 4-полосной дороги, неудобство поворотных маневров (разворота и подъема с рокадной дороги на ул. 7-й Гвардейской), острый угол примыкания
5	Выезд с прилегающей территории парковки у памятника бронекатера БК-31	Плохая видимость транспортных средств, ограниченная дорожным ограждением, установленным вдоль нулевой продольной магистрали
6	Съезд ул.им.Калинина	По проекту планируется строительство продолжения нулевой продольной магистрали – подъезда к областному Арбитражному суду, что повлечет за собой неудобство движения при спуске с ул.им.Калинина на рокадную дорогу

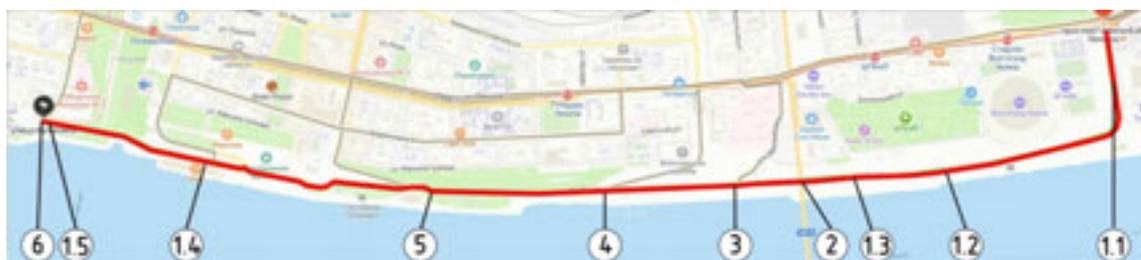


Рис. 1. Местоположение дорожных объектов с низким уровнем информационно-эстетических и технологических потребительских свойств на 0-ой Продольной магистрали

Таким образом, на основании оценки информационно-эстетических и технологических потребительских свойств 0-ой Продольной магистрали в г.

Волгограде установлены дорожные объекты, требующие разработки и внедрения соответствующих мероприятий, направленных на повышение потребительских свойств рассматриваемых объектов.

#### **Библиографический список:**

1. Девятов, М.М. Основы теории модернизации улично-дорожной сети муниципальных образований: монография / М.М. Девятов, И.М. Вилкова, Н.В. Сапожкова; Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград: монография, 2021. - 227 с.

2. Концептуальные подходы к формированию дорожно-транспортной инфраструктуры прибрежной территории Волгограда (Волгоградской агломерации) как природно-технической системы / М.М. Девятов, И.М. Вилкова, Н.В. Сапожкова, А.А. Тисленко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2022. - Вып. 3 (88). - 39-51.

3. Девятов, М.М. Формирование архитектурных доминантных акцентов визуально-ориентирующего и патриотического характера в обустройстве автомобильных дорог / М.М. Девятов, П.П. Олейников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. - 2020. - Вып. 2 (79). - 32-46.

4. Формирование системы индикаторов визуальной информационно-эстетической модели для цифровой дорожно-транспортной инфраструктуры городской среды / М.М. Девятов, В.С. Волков, И.М. Вилкова, О.В. Гагулина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. - 2020. - № 1 (78). - 67-76.

5. Орлов А. И. Статистические методы анализа экспертных оценок. М. : Наука, 1977. С. 7—30.

6. Орлов А. И. Экспертные оценки в системных исследованиях // Сборник трудов. Вып. 4. М. : ВНИИСИ, 1979. С. 37—46.

7. Девятов М. М. Основы теории модернизации сети автомобильных дорог городов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2010. № 4. С. 10—15.

*Sidorenko A.V., Volkov V.S., Devyatov M.M. Assessment of information-aesthetic and technological consumer properties of the 0-th Prodolnyaya Highway in Volgograd*

#### **УДК 625.71.8**

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ**

Трегубова М.И. (асп. каф. СиЭТС), Ширяшкина Д.Р. (гр. СМ-3-21)

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Алексиков С.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

В данной статье рассматривается вопрос влияния начальной ровности покрытий на работоспособность дорожных одежд и межремонтные периоды. Приведена зависимость требуемой прочности дорожной конструкции от различных значений коэффициента динамичности.

This article deals with the influence of initial pavement evenness on the serviceability of pavements and the periods between repairs. The dependence of the required strength of the road structure on different values of the coefficient of dynamism is given.

Оценка состояния дорожного покрытия с использованием специализированных дорожных лабораторий является эффективным средством для получения объективных и достоверных данных о состоянии дорожных конструкций в целом. Полученные данные способствуют повышению качества проектных решений о проведении ремонтных работ. Возможности современных дорожных лабораторий позволяют оценивать продольную и поперечную ровность покрытия проезжей части, создавать ее математическую модель, что позволяет быстро и, что очень важно, точно рассчитать объемы работ.

Ровность дорожного покрытия измеряется различными приборами, и каждый из них может давать различные единицы измерения, например, международный индекс ровности (IRI, м/км или дюйм/миля), индекс четверти автомобиля (QI) или количество метров ровности (кол/км).

Существует несколько моделей прогнозирования IRI, в основном основанных на эмпирическом и эмпирико-механистическом подходе. В последнее время наблюдается переход от эмпирического моделирования к механистическо-эмпирическому. Наиболее продвинутыми моделями для прогнозирования IRI на основе механистико-эмпирического подхода являются модели механистико-эмпирического руководства по проектированию дорожных покрытий - MEPDG (NCHRP 2001a, 2001b, NCHRP 1-37A 2004, AASHTO 2008, 2015). Эти модели прогнозируют IRI для различных видов дорожных одежд на основе таких деформаций, как глубина колеи и поперечные трещины.

Исследования показывают, что такие параметры разрушения, как усталостное растрескивание, колеиность и поперечное растрескивание (включая отражение поперечных трещин в существующих дорожных покрытиях из НМА), непосредственно влияют на значение IRI (AASHTO 2008, 2015, Uzan, 2018). Для разработки модели необходимо учесть влияние каждого вида разрушения с точки зрения степени и тяжести. Кроме того, классификация движения в модели NETI-IRI не позволяет получить различные значения износа для разных объемов движения в рамках каждой классификации.

Существует методика прогноза индекса IRI, основанная на сочетании эмпирико-механистического и регрессивно-эмпирического подходов. Комбинация этих двух подходов отражена в следующих этапах:

1. Расчет кривых износа IRI с помощью эмпирико-механистического подхода. Эти кривые были рассчитаны на основе моделей, предварительно предложенных Узаном и др [1].

$$IRI = 1.1043 + 0.0176(RD) + 0.0104(FC) + 0.0829(SF) \quad (1)$$

$$SF = age * [0.000577(PI + 1) + 0.007947(0.0394 * Rain + 1) + 0.000636] \quad (2)$$

где IRI - в м/км; RD - средняя глубина колеи, мм; FC - средняя усталостная трещина, процент от общей площади полосы движения; SF - фактор участка; age - возраст дорожного покрытия, лет; PI - индекс пластичности грунта, %; Rain - среднегодовое количество осадков или дождя, мм.

2. Корректировка кривых износа IRI, разработанных на этапе (1), с помощью регрессивных уравнений.

3. Разработка моделей для прогнозирования коэффициентов регрессивных уравнений, которые были скорректированы на этапе (2), в зависимости от различных факторов, связанных с дорожным покрытием и подстилающими слоями.

4. Расчет кривых износа IRI в соответствии с этапами (1) - (3) для участков дорожного покрытия, включенных в NETI-IRI, и сравнение результатов расчета с данными измерений, собранными на тех же участках.

5. Калибровка моделей, если необходимо, в соответствии с результатами сопоставления, полученными на этапе (4).

Таблица 1

Статистическая сводка результатов

Тип	Коэффициент корреляции	Проверка гипотезы о корреляции	Лучший результат
Растрескивание	$r = 0.500$	$P = 0.019$	$8.6 + 2.7 \log IRI$
Колейность	$r = 0.464$	$P = 0.151$	$8.2 + 2.5 \log IRI$
Пробуксовка	$r = 0.450$	$P = 0.006$	$28.2 + 9.00 \log IRI$
Регрессионная модель			
<i>Модель 1: <math>IRI = 4.498 + 0.0096 CRA + 0.0083 RUT + 0.0067 RAV</math></i>			
<i>Модель 2: <math>IRI = 3.58 + 0.0077 CRA + 0.0054RAV</math></i>			
Тест коэффициентов регрессии			
Тип	Проверка гипотезы (модель 1)	Проверка гипотезы (модель 2)	
Растрескивание	$P = 0.000$	$P = 0.000$	
Колейность	$P = 0.078$		
Пробуксовка	$P = 0.000$	$P = 0.000$	

Исследования показали, что IRI не может полностью отражать состояние дорожного покрытия (таблица 1). Результаты проверки корреляции-гипотезы, приведенные в таблице 1, показывают, что р-значение равно нулю или близко к нулю для трещин, колейности и гравия. Вместе с тем установлено, что колееобразование и индекс ровности IRI имеют значимую линейную зависимость.

#### Библиографический список:

1. Комбалов В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ / В.С. Комбалов. - М.: Наука, 1974. - 112 с.
2. Сиденко В.М., Михович С.И. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебник для студентов вузов по специальности «Автомобильные дороги», М. : Транспорт, 1976 – 288 с.
3. Актанов С.К. Исследование долговечных шероховатых слоев износа / С.К. Актанов // Особенности проектирования и строительства автомобильных дорог в условиях Сев.-Зап.: тез. докл. к обл. науч.-практ. конф. 20-21 декабря, 1988. -Архангельск: Архангельский политехнический институт, 1988. - С. 64-65.
4. Актанов С.К. О динамическом воздействии колёсной нагрузки на шероховатые слои износа / С.К. Актанов, М.В. Немчинов // Совершенствование методов строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Труды МАДИ. - М.: МАДИ, 1991.-С. 17-25.

5. Красиков, О. А. Обоснование стратегий ремонта нежестких дорожных одежд: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 16.03.00 / О. А. Красиков; Моск. автом.-дор. ин-т. – М., 2000. – 44 с.

6. ОДМ 218.3.082–2016. Методические рекомендации по назначению технологий и периодичности проведения работ по устройству слоев износа и защитных слоев дорожных покрытий. РОСАВТОДОР - М., 2019. – 14с.

*Tregubova M.I., Shiryashkina D.R. Prediction of road pavement roughness*

**УДК 625. 745**

## **СИСТЕМА ВОДООТВОДА КАК ОСНОВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Чопко А.Г. (гр. СМ-3-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Артемова С.Г.

*Волгоградский государственный технический университет*

Представленный анализа и обоснование принципа обеспечения устойчивости и экономичности системы управления автомобильными дорогами путем приоритетного по отношению ко всем остальным мерам эффективной реализации систем дорожного водоотвода, а также рассмотрение основных принципов проектирования и функционирования систем водоотвода для последующего обоснования разработанных мероприятий по повышению уровня содержания и эффективности систем водоотвода с проезжей части автомобильных дорог. Были сформулированы основные причины, характеризующие систему дорожного водоотведения как главного компонента сохранности транспортно – эксплуатационных характеристик дороги. Объектом исследования будут выступать автомобильные дороги общего пользования, как в пределах населенных пунктов, так и внегородские. В статье описано влияние водоотводящих систем на состояние дорожного покрытия.

The presented analysis and justification of the principle of ensuring the sustainability and efficiency of the road management system by prioritizing all other measures for the effective implementation of road drainage systems, as well as consideration of the basic principles for the design and operation of drainage systems for the subsequent justification of the developed measures to increase the level of maintenance and efficiency of drainage systems from the roadway. The main reasons that characterize the road drainage system as the main component of the safety of the transport and operational characteristics of the road were formulated. The object of the study will be public roads, both within settlements and outside the city. The article describes the effect of drainage systems on the condition of the pavement.

Представленный анализа и обоснование принципа обеспечения устойчивости и экономичности системы управления автомобильными дорогами путем приоритетного по отношению ко всем остальным мерам эффективной реализации систем дорожного водоотвода, а также рассмотрение основных принципов проектирования и функционирования систем водоотвода для последующего обоснования разработанных мероприятий по повышению уровня содержания и эффективности систем водоотвода с проезжей части автомобильных дорог. Были сформулированы основные причины, характеризующие систему дорожного водоотведения как главного компонента сохранности транспортно – эксплуатационных характеристик дороги.

Объектом исследования будут выступать автомобильные дороги общего пользования, как в пределах населенных пунктов, так и внегородские. В статье описано влияние водоотводящих систем на состояние дорожного покрытия.

Уже на протяжении почти 50 лет данное направление является актуальным для постоянного и разностороннего развития. В отечественной практике исследования по разработке систем поверхностного водоотвода с проезжей части и разделительных полос на автомобильных дорогах были начаты в 1967 г. в «Союздорпроекте». На основании этих исследований в 1976 г. и 1984 г. были разработаны типовые решения, которые определили основу типового проектирования водоотводных устройств и дорожных одежд.

В основу разработки систем водоотвода были включены ширина проезжей части и другие геометрические параметры автомобильных дорог, а также методология расчетов поверхностного стока и ливневое районирование территории России.

Однако, водоотводные сооружения, реализованные в прошлые годы, характеризовались различной степенью гидрологической обоснованности их функционирования и отсутствием систематичности методологических подходов к их выбору и назначению. И в связи с тем, что в нормативно-технической документации проектирования автомобильных дорог произошли значительные изменения, начали фиксироваться случаи недостаточной эффективности типовых схем и решений.

Однако и в современных условиях типовые решения по организации водоотвода с поверхности проезжей части автомобильных дорог и разделительных полос, представляющие собой жестко регламентированные однотипные конструкции и размеры как прикромочных, так и откосных лотков для дорог всех категорий и условий применения, часто не отвечают требованиям нормативного обеспечения транспортно-эксплуатационных показателей современных скоростных многополосных дорог и могут быть лишь основой для проведения последующих исследований, накопления опыта и его обобщения.

Температурные швы и мелкие трещины в дорожных покрытиях со временем пропускают воду в количестве, более чем достаточном для появления разрушений. В процессе эксплуатации в асфальтобетонных покрытиях появляются усталостные трещины вследствие динамических нагрузок и деформаций дорожной одежды, в цементобетонных покрытиях всегда имеются трещины в местах сопряжения с обочинами, а температурные швы со временем теряют водонепроницаемость.

Также свободная вода, находящаяся в конструктивных слоях дорожной одежды, причиняет наибольший вред устойчивости дорожной конструкции. Давление от колес транспортных средств вызывает перемещение этой воды в слоях дорожной одежды и их разрушение. Вода в зернистом

слое основания дорожной одежды при динамических нагрузках может снизить его прочность более чем на 30%.

Все это указывает на необходимость проведения комплекса предварительных исследований гидрологических, геологических и климатических условий при строительстве или ремонте автомобильной дороги с целью правильного выбора и назначения схемы организации отвода воды с поверхности покрытия проезжей части.

Также необходимо отметить, что в местах организованного сброса поверхностных вод возникают значительные скорости течения воды, что указывает на необходимость укрепления откосов цементобетоном и железобетоном (рис. 1). Однако и в случае укрепления откосов зачастую, в результате проникания стекающей воды под укрепление, имеют место размывы подстилающего слоя и деформации покрытий откосов. Деформации укреплений возникают в случае равномерного стекания воды с поверхности дороги по откосам, что особенно проявляется в районах с большим количеством ливневых осадков и при устройстве комбинированного укрепления, когда в нижней части подтопленного откоса устраиваются габионы, бетонные плиты, а верхняя часть укреплена засевом трав.



Рис. 1. Вариант реализации водоотвода

Объем фильтрации воды в слое дорожной одежды зависит не только от ширины и уклона обочины, но также от количества ливневых осадков в районе проложения автомобильной дороги и фильтрационной способности материалов укрепления обочин.

Широкое практическое применение получили укрепление обочин засевом трав, фракционированным щебнем, черным щебнем.

Наиболее благоприятным решением с целью обеспечения устойчивости всей дорожной конструкции является устройство обочин с укреплением на всю ширину по типу основной проезжей части, однако оптимальную конструкцию укрепления необходимо назначать на основе результатов

технико-экономического сравнения различных вариантов конструкций укреплений и наличия местных материалов в районе строительства.

Укрепление водоотводных канав щебнем слоем 8 - 10 см с засевом многолетних трав на откосах применяется в районах с умеренным и влажным климатом при скорости течения воды в канаве не более 1 м/с. В случае, когда скорость течения воды в канаве не превышает значение 0,5 м/с, допускается укрепление дна водоотводных канав засевом трав.

Практическое применение получили типовые конструкции укреплений водоотводных канав щебнем с засевом трав на откосах (рис. 2), сборными бетонными плитами (рис. 3), кюветными сборными лотками, торкретбетоном, монолитным бетоном, бетонными сегментами, асфальтобетонными плитами и песчаным асфальтобетоном.



Рис. 2. Укрепление канав щебнем



Рис. 3. Укрепление канав бетонными плитами

В каждом конкретном районе при проектировании различных элементов систем дорожного водоотвода следует учитывать специфические факторы, характерные только для данного водосбора и регулирующие максимальный

поверхностный сток: меженный сток, пахотные земли на склонах, искусственное орошение, бессточные поверхности, террасированное земледелие, заторы русел горных рек, карстовые явления, местоположение искусственных сооружений, перераспределение стока между водотоками, озерность и заболоченность, регулирование стока на широких поймах, транзитные участки русел, наледообразование, мелиоративные сооружения, населенные пункты и др. Необходимо также учитывать вероятность возможного совпадения паводкового периода со временем действия этих факторов как регулирующих, а для получения расчетных максимумов, наиболее полно отражающих условия их формирования в районе строительства, после выполнения изыскательских работ уточнять отдельные параметры в соответствии с материалами полевых обследований водотоков и длительных наблюдений на метеостанциях.

Система дорожного водоотвода является основополагающим фактором при проектировании автомобильных дорог вне зависимости от территориального расположения, категории или протяженности. Столетиями известно, что отсутствие переизбытка влаги в дорожных конструкциях и грунтах земляного полотна означает надлежащее функционирование дороги. Избыточное влагосодержание снижает несущую способность грунта, что приводит к ускоренному разрушению и укорачиванию срока службы дороги. В таких случаях дороге с проблемами водоотвода требуется более частый ремонт и восстановление, чем той, на которой водоотвод функционирует нормально.

#### **Библиографический список:**

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\* (с Изменениями N 1, 2); АО "Кодекс" Дата введения 2013-07-01.;
2. ГОСТ 32955-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Лотки дорожные водоотводные. Технические требования, МКС 93.080.30, Разработан Обществом с ограниченной ответственностью "Прогресс Строй" (ООО "Прогресс Строй"), Дата введения 2016-06-01., М.: Стандартинформ, 2016.;
3. ОДМ 218.2.055-2015 Рекомендации по расчету дренажных дорожных конструкций, разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением "Российский дорожный научно-исследовательский институт" (ФГБУ "РОСДОРНИИ") (д.т.н. И.П.Гамеляк, к.т.н. А.Е.Мерзликин, к.т.н. С.В.Шукин, инж. В.О.Мотуз), принят и введен в действие на основании распоряжения Федерального дорожного агентства (Росавтодор) от 08.10.2015 N 1868-р, Москва, 2015 год.;
4. ГОСТ 3634-2019 Люки смотровых колодцев и дождеприемники ливнесточных колодцев. Технические условия; МКС 91.140.70; Дата введения 2020-06-01, взамен ГОСТ 3634-99.

*Chopko A.G. Drainage system as the basis of highways*

## ОБ УЧЁТЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ширяшкина П.Р. (АД-1-21)

Научный руководитель — канд. техн. наук, проф. Девятов М.М.

*Волгоградский государственный технический университет*

В статье рассматриваются вопросы по использованию средств индивидуальной мобильности в городской среде, а также нововведения в правилах дорожного движения в Российской Федерации и зарубежных странах.

The article discusses the issues of the use of personal mobility equipment in an urban environment, as well as innovations in the rules of the road in the Russian Federation and foreign countries.

«Средство индивидуальной мобильности» - устройство с электродвигателем, имеющее одно или несколько роликов (колес), используется для передвижения человека. К ним относят электросамокаты, гироскутеры, скейтборды и другие. Эти устройства не так давно стали востребованы для передвижения в городской среде, но уже представляют собой угрозу [1]. В соответствии с дорожными правилами они не являются транспортным средством, поэтому для них существуют свои ограничения [2]:

- допустимая максимальная скорость 25 км/ч
- запрещается ездить по автомагистралям
- проезд на дороге можно осуществлять только в один ряд
- запрещена буксировка
- вне жилой зоны обязаны пропускать всех участников дороги

Управление электросамокатом также зависит от возраста. Например, детям до семи лет можно ездить только по тротуарам и пешеходным дорожкам в сопровождении взрослых, а лицам старше 14 лет разрешается ездить в пешеходной зоне при условии, если отсутствуют велосипедные дорожки [4].

Несмотря на распространенность таких транспортных средств, в разных странах мира существуют определенные требования и ограничения по их использованию:

В Нидерландах движение электросамокатов разрешается только на собственном участке. В случае нарушений правил выписывается штраф в размере 360 евро, а также конфискация транспортного средства. Но при этом на электросамокаты запрет не установлен.

В Великобритании до 2020 года средствами индивидуальной мобильности могли пользоваться не все и не везде. Передвижение позволялось только на частной территории, а для их использования были необходимы водительские права, оформленная страховка и номерные знаки. Но в период пандемии власти решили облегчить ситуацию с общественным транспортом,

поэтому теперь передвижение на электросамокатах разрешается на дорогах общественного пользования и велодорожках.

Во Франции средства индивидуальной мобильности относятся к личным моторизованным средствам передвижения (ЛМСП). Использование разрешено от 12 лет с обязательной экипировкой - светоотражающая одежда и шлем. В городской среде передвижение рекомендовано по велодорожкам, а выезд на дорогу можно совершать при условии, что скорость потока транспортных средств не превышает 50 км/ч.

В Германии использование электросамокатов разрешается от 14 лет. Передвижение можно совершать по велодорожкам или проезжей части. Максимальная допустимая скорость в городской среде 20 км/ч, наличие водительских прав необязательно [5].

Внешний вид									
Название	Моноклесо SBU V3	Моноклесо	Censei Rob-in M1	Censei Q2	Электрокликса для маломобильных групп населения Mobility Cube	Электродоска Bamboo Street & All-Terrain	Электросамокат EGRET ONE V3	Электросамокат Trikke Electric eV5.1	Электросамокат EVOKING 3.0
Масса, кг	13,2	12	18,5	47,7	70	8,2	15	22	49
Запас хода, км	16	16	20	38	38	30	20	25 - 35	20
Тип батареи	LiFePO4 53V	LiFePO4 53V 122 Втч	Li-Ion 48V 8 Ач	Li-Ion	2 x Li-Ion	Li-Pol. 7Ah	LiFePo 8Ah	Li-Ion 11,25Ah	Blei Gel 12V
Время зарядки, ч	Н.д.	1,5	2...4	8...10	8...10	2	6	7,5	4-6
Макс. скорость, км/ч	20	16	15	20	15	38	35	23	45
Мощность, Вт	1000	1500	400 (2x200)	2x500	2x500	350	250	350	1000
Пульт дистанционного управления	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Нет
Макс. масса, кг	145	113	120	120	165	108	135	157	150
Дисплей	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да	Нет
Диаметр колёс, см	46	40	18	46	46	8	16	25	32
Габариты, см	90 x 40 x 46	50 x 30 x 45	134 x 46 x 43	130 x 64 x 48	86 x 72 x 65	12 x 28 x 102	110 x 61 x 97	132 x 62 x 130	112 x 63 x 125

Рис. 1. Характеристики современных средств индивидуальной мобильности [6]

Таким образом, в настоящее время имеется большое разнообразие средств индивидуальной мобильности. Они используются во многих странах мира и с каждым годом становятся всё более популярными. Причём требования и возможности их использования в дорожно-транспортной инфраструктуре разных стран достаточно разнообразны. В связи с этим, необходимы исследования по обоснованию современных требований в дорожных правилах, а также нововведения в строительстве дорог и парков с учётом особенностей движения средств индивидуальной мобильности в зависимости от их конструкции и технических возможностей.

#### Библиографический список:

[1] Что такое СИМ? [Электронный ресурс]. URL: [https://sch2101.mskobr.ru/attach\\_files/upload\\_users\\_files/5f730aef25efe.pdf](https://sch2101.mskobr.ru/attach_files/upload_users_files/5f730aef25efe.pdf) (дата обращения 2.04.2023)

[2] Современные средства индивидуальной мобильности [Электронный ресурс]. URL: <https://koltush.vsevobr.ru/index.php/dostizheniya/dostizheniya-uchitelej/2-uncategorised/481-sovremennye-sredstva-individualnoj-mobilnosti> (дата обращения 25.04.2023)

[3] Велосипедный транспорт в городах [Электронный ресурс]. URL: [http://ecomadi.ru/sites/default/files/Cycling\\_in\\_urban\\_areas\\_Trofimenko\\_et\\_al\\_0.pdf](http://ecomadi.ru/sites/default/files/Cycling_in_urban_areas_Trofimenko_et_al_0.pdf) (дата обращения 25.04.2023)

[4] Новые правила дорожного движения и езды на самокатах [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5900419?ysclid=lfv6n1nrd7518540919>  
<https://rechtsrat.top/zakon-ob-e-scooter/?ysclid=lfv81gg520402261796> (дата обращения 25.04.2023)

[5] Правила езды на электросамокатах в разных странах [Электронный ресурс]. URL: <https://sky-run.ru/pravila-ezdy-na-elektrosamokatah-v-raznyh-stranah> (дата обращения 4.05.2023)

[6] Как развить инфраструктуру для электросамокатов [Электронный ресурс]. URL: [city4people.ru>post/kak-razvivat...dlya...](http://city4people.ru/post/kak-razvivat...dlya...) (дата обращения 4.05.2023)

*Shiryashkina P.R., Classification of means of individual mobility. New innovations on the roads*

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**УДК 625.09**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОСНОВАНИЯХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Аракелян В.Р. (СМ-3-21), Бочаров В.О. (СМ-3-21),  
Мирохина Е.А. (СМ-3-21)

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Алексиков С.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

Анализ существующих методов прогнозирования остаточных осадков в слоях оснований показывает значительную роль свойств и характеристик неукрепленного каменного материала в образовании разрушений и осадков, которые в дальнейшем влияют на несущую способность всей конструкции дорожной одежды.

Analysis of existing methods for predicting residual sediments in the base layers shows a significant role of the properties and characteristics of loose stone material in the formation of fractures and sediments, which further affect the bearing capacity of the entire pavement structure.

Уже на этапе строительства зерна каменного материала несут в себе мелкие дефекты в виде микротрещин, ослабляющих структуру материала. В процессе укладки материал слоя подвергается воздействию строительной техники. Под действием уплотняющей техники происходит процесс переориентации зерен материала, сопровождающийся значительным количеством контактов между частицами и появлением мелких фракций каменного материала за счет откалывания кромок и дробления зерен щебня. Дальнейший рост напряжений приводит к дроблению зерен и увеличению площади в

точках контактов. Данный процесс сопровождается накоплением мелкозема, а увеличение числа и площади в точках соприкосновения частиц способствует более равномерному распределению усилий. На завершающемся этапе происходит дробление отдельных частиц материала, увеличение сил трения и зацепления в слое основания и его плотности [1].

Одним из основных факторов, влияющих на образование остаточных осадков, является происхождение (структура) каменного материала. Каждое зерно неукрепленного каменного материала обладает определенными физическими свойствами, присущими исходной породе. При дроблении материала образуются песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые частицы [2]. Значительное количество мелкозема в слое приводит к уменьшению его прочности, так как частички каменного материала начинают работать как подшипник между зернами. В свою очередь разрушение малопрочных известняков приводит к образованию суглинистых и глинистых частиц, обладающих высокой пластичностью при увлажнении. В результате, образуемый мелкозем способен существенно изменить прочностные характеристики слоя при их значительном содержании, а их последующее увлажнение приводит к резкому падению несущей способности основания [3].

Огромную роль играет размер фракции зерна каменного материала. В настоящее время при назначении характеристик для щебня и гравия, руководствуются нормами СП 34.13330.2012 [53], ОДН 218.046-01 и ПНСТ 265-2018, в которых требования и ограничения, предъявляемые к размеру каменного материала, никак не регламентированы. Причем, если для оптимальных смесей еще присутствует градация модуля упругости [56] в зависимости размера фракции, то для метода заклинки, применяемые в качестве основного материала щебень и фракции 40-70(80), и фракции 70(80)-120 имеют одинаковую несущую способность. То есть, для одних и тех же условий движения можно применять щебень более высокого класса прочности стандартной фракции или щебень крупной фракции, но уже низкого класса прочности. Поэтому, применяя в основании крупную фракцию даже с более низкими характеристиками, такие слои будут иметь несущую способность не ниже. Существует мнение, что прочность одной щебенки не зависит от ее размеров, то есть не имеет значение, какая щебенка при прочих равных условиях подвергнется большему разрушению - крупная или малая. Ее прочность либо остается неизменной, либо может варьироваться как в ту, так и в иную сторону. По данным Салихова М.Г., установлено, что дробимость крупного щебня уменьшается при снижении фракции до 17-18 мм [3].

В работе [4] установлено, что, если для песчаников марка по дробимости снижается при увеличении размера фракции, то для гранита изменения в прочностных свойствах при увеличении или снижении размера фракции не происходит, так как такая порода имеет кристаллическое строение и высокое содержание кварца. То есть, такая зернисто-кристаллическая структура будет обеспечивать неизменную прочность вне зависимости от размера фракции. Структура известняка заметно отличается и сильно варьируется в

зависимости от его происхождения. Более плотные образцы обладают большей однородностью и прочностью, чем малопрочные карбонатные породы, но они встречаются достаточно редко. Поэтому, прочностные характеристики будут зависеть от того, к какому виду по уплотняемости будет относиться материал - к трудноуплотняемому или легкоуплотняемому. В легкоуплотняемых известняках в крупных фракциях содержится больше пустот и микротрещин, поэтому снижение размера фракции приводит к уменьшению общего количества этих микротрещин и к увеличению прочности.

При устройстве конструктивных слоев дорожных одежд возникает вопрос, какой вид неукрепленного каменного материала предпочесть для основания. Проектировщики руководствуются СП 34.13330.2012, в котором требования к щебню по дробимости в сухом состоянии для изверженных и метаморфических пород выше, чем для осадочных. Изверженные и метаморфические горные породы в силу своего происхождения обладают более устойчивой к разрушению структурой.

Марка щебня по дробимости характеризуется потерей массы каменного материала при испытании. В ГОСТ 8267-93 для осадочных горных пород для марки М600 характерна потеря массы материала от 15 до 19%, а для изверженных интрузивных пород М800 соответственно от 20 до 25 %. Для осадочных горных пород испытания проводят как в сухом состоянии, так и в водонасыщенном. И если для марки М600 и выше увлажнение практически не влияет на допустимую потерю массы материала, то для марок М400 и ниже допустимая потеря массы материала в насыщенном водой состоянии будет увеличиваться. Это подтверждает тот факт, что малопрочный щебень в водонасыщенном состоянии хуже воспринимает разрушающие воздействия. Водонасыщение оказывает меньшее влияние на структуру изверженных пород. Поэтому марка по дробимости указывается только в сухом состоянии. В ГОСТ 8267-93 отмечают, что при строительстве автомобильных дорог требуется ориентироваться на марки по истираемости, полученные в результате лабораторных исследований в полочном барабане. Стоит подчеркнуть, что в СП 34.13330.2012 для всех категорий автомобильных дорог допустимо применять низкую марку по истираемости.

При конструировании и расчете дорожной одежды проектировщик руководствуется нормативными документами СП 34.13330-2012 и ОДН 218.046-01. В СП 34.13330-2012 минимальная марка для щебня из осадочных горных пород составляет М600 для I-III категории дорог и М400 для IV, V. Известно [2], что при измельчении материала М800 и выше, образуемый мелкозем представляют собой частицы песка, а частицы малопрочного материала фактически представляют собой супеси, суглинки и глины. При этом, если влажность практически не оказывает влияние на песок, то супесям, суглинкам и глине свойственно влагонакопление, меняющее свойства материала и резко снижающее несущую способность слоя основания. Со временем в конструкции дорожной одежды может образоваться слой основания, несущая способность которого даже меньше, чем у подстилающего

слоя.

Всё вышеизложенное формирует предпосылки для оценки доли вклада оснований из неукрепленных каменных материалов в суммарную остаточную деформацию дорожной конструкции.

#### **Библиографический список:**

1. Поспелов, Е.А. Уплотнение слоев дорожных одежд из малопрочного щебня: дис.. канд. техн. наук: 05.23.11 / Е.А. Поспелов. -М., 1989. - 380 с.
2. Салль, А.О. Методические рекомендации по повышению качества дорожных оснований из щебня различных пород/ А.О. Салль, Ю.М. Васильев, В.М. Юмашев// Минтрансстрой, СОЮЗДОРНИИ. -М., 1980. - 33 с.
3. Некрасов, В.К. Обоснование методов оценки и выбора дорожных каменных материалов: дис.. д-р. техн. наук: 05.23.11 /В.К.Некрасов. -М., 1971. - 576
4. Мирзалиев, Р.Р. Свойства щебня из продуктов дробления вторичного бетона как инертного заполнителя бетонных смесей / Р.Р. Мирзалиев, П.Н. Курочка// Инженерный вестник Дона. - Ростов-на-Дону, 2012. - No4 (часть 2). - С. 85.

*Arakelyan V.R., Bocharov V.O., Mirokhina E.A. theoretical study of the processes of destruction of stone materials in the foundations of road clothes*

**УДК 625.852**

### **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ Пониженной температуры воздуха**

Бестаев Е.О. (асп. каф. «Строительство и эксплуатация дорог» МАДИ, главный специалист ФАУ «РОСДОРНИИ»)

Научный руководитель – д-р. техн. наук, проф. Ярмолинский В.А.

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)*

Арктическая зона имеет важное экономическое и геостратегическое значение для Российской Федерации. Однако, низкий уровень развития транспортной инфраструктуры, в том числе автомобильных дорог с твердым покрытием, тормозит социально-экономическое развитие региона и ставит под угрозу обеспечение национальной безопасности в Арктике. Данные проблемы делают актуальным более интенсивное развитие в данном регионе автомобильно-дорожной сети, что отражено в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

The Arctic zone has an important economic and geostrategic significance for the Russian Federation. However, the low level of development of transport infrastructure, including paved roads, hinders the socio-economic development of the region and threatens the provision of national security in the Arctic. These problems make more intensive development of the motor-road network in this region urgent, which is reflected in the «Strategy for development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035».

Арктическая Зона Российской Федерации является особой экономической зоной, в которой расположен маршрут СМП. Объем грузоперевозок по СМП в 2019 г. уже составил 31,5 млн. т и, согласно

прогноznым данным, должен возрасти до 160 млн. т к 2035 г. [1]. Для обеспечения сухопутной транспортировки столь высоких объёмов грузов требуется разветвлённая сеть качественных автомобильных дорог с твёрдым асфальтобетонным покрытием, способных работать в условиях высокой грузонапряжённости при суровом северном климате. Указанные задачи учтены в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [2]. Необходимость строительства автомобильных дорог с твёрдым покрытием и приведение в нормативное состояние местной дорожной сети, в том числе в районах Арктики, также установлено государственной программой Российской Федерации «Развитие транспортной системы» [3]. Немаловажным является факт роста уровня автомобилизации, что особенно актуально для регионов со значительными расстояниями между населёнными пунктами.

В настоящее время автомобильно-дорожная сеть региона не способна в полной мере обеспечить социально-экономические потребности соответствующих субъектов и СМП. Помимо недостаточной протяжённости сети автомобильных дорог и транспортной изолированности ряда населённых пунктов, лишь порядка 30% автомобильных дорог региона имеют усовершенствованное покрытие, при этом транспортно-эксплуатационное состояние почти половины автомобильных дорог не соответствует нормативно-техническим требованиям.

В части климатических условий дорожных работ большая часть региона относится к I дорожно-климатической зоне (за исключением районов Архангельской области), при этом в основном к 1 и 3 подзонам. Регион характерен низкой положительной и отрицательной среднегодовой температурой воздуха, обилием снежных осадков и, как следствие низкой продолжительностью строительного сезона для устройства асфальтобетонных покрытий.

Таблица 1

Основные дорожно-климатические характеристики

Хар-ка	Мурманск	Архангельск	Дудинка	Анадырь
$T_{II}$ , дн.	106	146	99	66
$t_{cp}$ , °C	0,3	1,0	-9,7	-6,9

Указанные факторы ставят задачу продления строительного сезона для устройства асфальтобетонных покрытий, чего можно достигнуть за счёт применения специальных технологических приёмов.

Учитывая изложенное, актуальной и целесообразной является задача повышения качества устройства асфальтобетонных покрытий при пониженных температурах воздуха в условиях Арктической зоны с точки зрения многокритериального моделирования и риск-ориентированного подхода.

Общее направление специализированных методов устройства асфальтобетонных в условиях пониженных температур [4] Арктической зоны во многом сводятся к требованиям соответствующей подготовки производственной базы АБЗ, оптимизации технологических процессов производства, транспортировки, укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей, предотвращения температурной сегрегации асфальтобетонной смеси, обеспечения требуемых режимов уплотнения и устойчивость конструкции к дальнейшему режиму эксплуатации в условиях Арктического климата. Решение данных задач требует рассмотрения и изучения вопросов обеспечения требуемой температуры материалов на АБЗ, снижения температурных потерь при транспортировке, обеспечения температурного режима уплотнения асфальтобетона, увеличения толщины устраиваемых слоев и анализа специфики эффективных к применению дорожно-строительных материалов.

В настоящее время опытно-экспериментальным путем [5] определён общий перечень мероприятий, обеспечивающих комплексное решение задачи повышения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха. Классификационно их можно разделить на 3 группы: производство асфальтобетонных смесей на АБЗ, транспортировка асфальтобетонных смесей и обеспечение температурных интервалов её укладки, укладка и уплотнение асфальтобетонных смесей на участке работ. Общая классификация указанных мероприятий по группам представлена на рисунке 1.

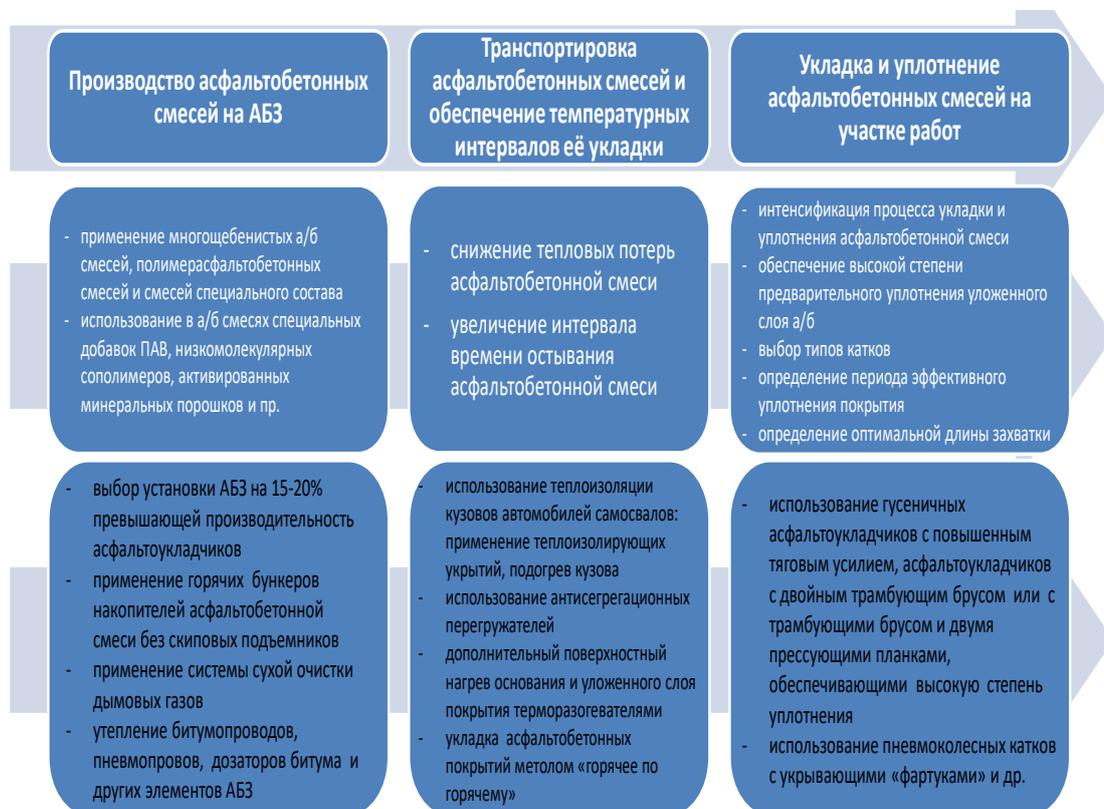


Рис. 1. Комплексное решение задачи повышения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха

Имеющиеся сведения о технологии дорожных работ при температуре воздуха менее 5°C и потребности регионов Арктической зоны ставят цель по разработке модели повышения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха Арктической зоны с учетом факторов риска.

При этом несмотря на наличие положительного опыта устройства качественных асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха и определения перечня ключевых технологий, позволяющих достигнуть требуемого уровня качества, в настоящее время остро стоит вопрос разработке рекомендаций по назначению в условиях конкретных дорожных объекта конкретных технологий, гарантирующих достижение требуемого качества асфальтобетонного покрытия в данных условиях при минимальных экономических затратах.

Для решения данного вопроса необходимо решить многокритериальную задачу повышения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий. В общем виде многокритериальную задачу повышения качества асфальтобетонных покрытий можно описать следующими зависимостями.

Свойства асфальтобетонной смеси на выходе АБЗ можно представить в виде:

$$AC\Phi_{абз} = f(M, TP, F_{TP})$$

$M$  – совокупность свойств материалов,

$TP$  – набор характеристик технологического процесса,

$F_{TP}$  – возмущение, действующие на процесс производства асфальтобетонной смеси.

Свойства асфальтобетонной смеси в ходе транспортировки к месту укладки:

$$AC\Phi_{TR} = \varphi(AC\Phi_{абз}, TR, F_{TR})$$

$TR$  – набор характеристик процесса транспортировки смеси,

Свойства асфальтобетонной смеси в результате процесса укладки и уплотнения смеси:

$$AC\Phi_{PL} = \Phi(AC\Phi_{TR}, PL, F_{PL})$$

$PL$  – набор характеристик технологического процесса укладки и уплотнения смеси.

При решении указанной многокритериальной задачи за целевую функцию целесообразно принять периода эффективного уплотнения ( $T_{эфф.}$ ), являющуюся разностью функций температур укладки и температуры после завершения уплотнения слоя, за которую возможно достижение требуемого коэффициента уплотнения. Оптимизируя данную функцию на каждом составляющем её иерархическом этапе ( $\Delta T_i$ ), можно установить период эффективного уплотнения (длину захватки):

$$T_{уклад.} - T_{конеч.} = T_{эфф.} \longrightarrow \text{Период эффективного уплотнения (Длина захватки)} \longrightarrow \text{ОПТИМ.}$$

Составляющие данной функции можно представить следующими зависимостями.

$$T_{\text{нач.}} - \Delta T_1 - \Delta T_2 - \Delta T_3 = T_{\text{уклад.}} \longrightarrow \text{MAX}$$

$T_{\text{нач.}}$  – начальная температура выхода асфальтобетонной смеси из смесителя, °С;

$\Delta T_1 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры смеси при подаче в накопительный бункер и кузов автомобиля самосвала, °С;

$\Delta T_2 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры смеси за период транспортировки смеси к месту укладки, °С;

$\Delta T_3 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры смеси при перегрузке в антисегрегационный перегружатель и бункер асфальтоукладчика, °С;

$T_{\text{уклад.}}$  – температура смеси в бункере асфальтоукладчика, °С.

$$T_{\text{уклад.}} - \Delta T_4 - \Delta T_5 - \Delta T_6 = T_{\text{конеч.}}$$

$\Delta T_4 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры смеси на предварительном этапе уплотнения асфальтоукладчиком, °С;

$\Delta T_5 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры на начальном этапе уплотнения средним катком °С;

$\Delta T_6 \longrightarrow \text{MIN}$  – падение температуры на заключительном этапе уплотнения тяжелым катком °С.

Тем не менее, при работе в неблагоприятных условиях пониженной температуры воздуха возникают серьёзные риски недостижения требуемого качества асфальтобетонной смеси. Эти риски должны быть рассмотрены и оценены на каждом из этапов производства работ (для каждой функции  $\Delta T_i$ ), а на их основе рассчитан суммарный риск.

Таким образом, для определения фактических рисков исследуемой случайной величины снижения эффективности устройства асфальтобетонных покрытий в условиях пониженных температур воздуха необходимо воспользоваться результатами статистики влияния технических, технологических, организационных и природно-климатических факторов и установить законы распределения случайной величины температуры асфальтобетонной смеси за период от момента производства на АБЗ до укладки на месте производства работ и определить период эффективного уплотнения (длину захватки).

#### **Библиографический список:**

1. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.20214 № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года.
3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы».
4. Устройство асфальтобетонных покрытий при пониженной температуре воздуха: учеб. пособие / В.В. Ушаков, В.А. Ярмолинский. – М.: МАДИ, 2018. – 104 с.
5. Ярмолинский В.А. Устройство асфальтобетонных покрытий в условиях пониженной температуры воздуха // Ярмолинский В.А., Воронин С.И., Ярмолинская Е.В. // Дальний восток. Автомобильные дороги и безопасность движения – 2020. – № 20.

**УДК 691.168**

**ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ  
ЭТИЛЕНВИНИЛАЦЕТАТА И ОТРАБОТАННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНОГО МАСЛА**

Галкин А.А., Глазунов И.И., Рюмин Н.А., Лескин А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лескин А.И.

*Волгоградский государственный технический университет*

Проведено исследование возможности совместного применения этиленвинилацетата и отработанного индустриального масла для производства полимерно-битумного вяжущего. Показаны результаты опытного определения физико-механических характеристик горячего асфальтобетона на стандартном вяжущем и полимерасфальтобетона с использованием исследуемого вяжущего.

The possibility of combined use of ethylene vinyl acetate and waste industrial oil for the production of polymer-bitumen binder has been studied. The results of the experimental determination of the physical and mechanical characteristics of hot mix asphalt on a standard binder and polymer asphalt concrete using the studied binder are shown.

Наиболее известным направлением улучшения свойств битумных вяжущих, применяемых в дорожном строительстве, является их модификация полимерами, позволяющая повысить сопротивление колееобразованию в условиях высоких температур, улучшить устойчивость к накоплению остаточных деформаций и трещиностойкость при низких температурах [1]. В настоящее время для создания полимерно-битумных вяжущих в Российской Федерации нормативное обоснование имеет применение блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол (СБС). Широко исследованы полимерно-модифицированные вяжущие на основе каучуков, термоэластопластичных полимеров, терморезактивных и термопластичных пластмасс. В представленной работе для модификации вяжущего применен этиленвинилацетат (ЭВА) с содержанием винилацетата 28% и очищенное от механических примесей отработанное индустриальное масло.

В работах [2-5] показано положительное воздействие этиленвинилацетата в концентрации 2-4 % на свойства ПБВ, выраженное в улучшении реологических свойств вяжущего и расширении интервала рабочих температур. Применение полимерно-битумных вяжущих на основе этиленвинилацетата повышают водостойкость, трещиностойкость и сопротивление колееобразованию асфальтобетонных смесей на их основе. Также исследована [6] возможность совместного применения стирол-бутадиен-стирола и этиленвинилацетата для модификации дорожных битумов. Установлено, что в ходе смешения этиленвинилацетат образует жесткие трехмерные сетки внутри битума, приводя к физической сшивке с битумом [5]. Известны [7, 8] методы применения индустриального масла, в том числе его

отходов для производства битумно-полимерных вяжущих, а также в технологии регенерации асфальтобетонных смесей [9].

В таблице 1 показаны характеристики исходного битума марки БНД 60/90, использованного в качестве основы для подготовки лабораторных образцов ПБВ.

Таблица 1

Показатели исходного битума

Наименование показателя	Требования, согласно ГОСТ 22245–90	Метод испытания	Фактические значения
Глубина проникания иглы, 0,1 мм: при 25 °С при 0 °С	61-90 не менее 20	По ГОСТ 11501	66 31
Температура размягчения по КиШ, °С	не ниже 47	По ГОСТ 11506	50,2
Растяжимость, см при температуре: 25 °С 0 °С	55 3,5	По ГОСТ 11505	114 9
Температура хрупкости, °С	Не выше - 15	По ГОСТ 11507	-21

В таблице 2 представлены варианты состава вяжущего, исследованные в ходе данной работы.

Таблица 2

Обозначение	Состав вяжущего
Б	БНД 60/90
Э2	БНД 60/90 + 2% ЭВА
Э4	БНД 60/90 + 4% ЭВА
Э6	БНД 60/90 + 6% ЭВА
Э2М06	БНД 60/90 + 2% ЭВА + 0,6 % отр. индустр. масла
Э4М06	БНД 60/90 + 4% ЭВА + 0,6 % отр. индустр. масла
Э6М06	БНД 60/90 + 6% ЭВА + 0,6 % отр. индустр. масла

По результатам предварительных замесов был принят следующий способ подготовки полимерно-битумной композиции:

1). Разогрев стакана с битумом в сушильном шкафу до температуры 150 °С.

2). Введение в разогретый битум полимера и перемешивание с помощью лабораторного смесителя в течении 10 минут при скорости вращения шнека 3000 об/мин.

3). Повторный разогрев полимерно-битумной композиции до 150 °С и добавление отработанного индустриального масла.

4). Перемешивание с помощью смесителя в течении 10 минут при скорости вращения шнека 3000 об/мин до растворения полимера.

Для подготовки вяжущего без добавления индустриального масла (составы Э2, Э4, Э6) способ подготовки заключался в смешении образцов битума с этиленвинилацетатом в указанных концентрациях при 150% в лабораторном смесителе при скорости вращения шнека 3000 об/мин в течении 20 минут до растворения полимера.

Необходимо отметить, что полная гомогенизация смеси не была достигнута – во всех образцах после смешения отмечено наличие равномерно распределенных по всему объему вяжущего центров концентрации полимера.

Таблица 3

Результаты определения стандартных характеристик вяжущих

Вариант состава вяжущего	Исследованные показатели			
	Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25 °С	Температура размягчения по КиШ, °С	Температура хрупкости, °С	Растяжимость, см, при температуре 25 °С
Норма для ПБВ 60 согл. ГОСТ Р 52056-2003	Не менее 60	Не ниже 54	Не выше - 20	Не менее 25
Б	66	50,2	-21	114
Э2	49	61,5	-14	15
Э4	46	65,9	-14	8
Э6	37	74,4	-11	4
Э2М06	51	55,3	-20	149
Э4М06	48	59,6	-26	133
Э6М06	39	64,5	-18	128

Сравнение испытанных вариантов состава вяжущего показывает, что оптимальные характеристики имеет полимерно-битумное вяжущее с 4% этиленвинилацетата и 0,6% отработанного индустриального масла (Э4М06), однако данная композиция не отвечает требованиям, предъявляемым для ПБВ 60 по показателю глубины проникания иглы. При этом относительно показателей исходного битума, верхний предел рабочей температуры вяжущего был повышен на 19%, температура хрупкости понижена на 23%, растяжимость при 25 °С увеличена 16%.

Для определения влияния разработанного вяжущего на основные физико-механические характеристики дорожных строительных смесей, была запроектирована и испытана асфальтобетонная смесь типа А на БНД 60/90 и Э4М06.

Таблица 4

Физико-механические характеристики асфальтобетонной смеси

Показатель	Тип вяжущего
------------	--------------

	Требование для полимерасфальтобетонов типа А марки I для IV, V дор.-клим. зоны согласно ГОСТ 9128-2013	БНД 60/90	Э4М06	Изменение показателей
Предел прочности при сжатии, МПа				
При температуре 50 °С	Не менее 1,0	1,4	1,23	-12,1%
При температуре 20 °С	Не менее 2,0	3,5	4,7	+ 34,3%
При температуре 0 °С	Не более 11,0	9,4	10,4	+ 10,6
Водостойкость	Не менее 0,85	0,94	1,08	+ 14,90%
Сдвигоустойчивость по:				
- коэффициенту внутреннего трения	Не менее 0,89	0,90	0,93	+ 3,3%
- сцеплению при сдвиге при 50 °С	Не менее 0,21	0,27	0,32	+18,5%
Трещиностойкость, МПа	3,2-6,5	4,5	6,12	+ 36%
Водонасыщение	1,5-3,5	4,5	1,61	-64,2%
Средняя плотность		2,38	2,5	+5%
Набухание		0,16	0,32	+100%

Анализ результатов испытаний асфальтобетонных смесей показывает значительное повышение показателей предела прочности при сжатии при 20 °С, сдвигоустойчивости по сцеплению при сдвиге при 50 °С, трещиностойкости, водостойкости, снижения водонасыщения. В то же время необходимо отметить понижение предела прочности при сжатии при температуре 50 °С, увеличение предела прочности при сжатии при температуре 0 °С. Испытанный искусственный строительный конгломерат отвечает требованиям ГОСТ 9128-2013 для плотных полимерасфальтобетонов типа А, марки I для IV, V дорожно-климатической зоны.

#### Библиографический список:

1. Airey GD. Fundamental binder and practical mixture evaluation of polymer modified bituminous materials. *Int J Pavement Eng* 2004;5(3):137–51.
2. Котенко, Н. П. Влияние полимерных и функциональных добавок на свойства битума и асфальтобетона / Н. П. Котенко, Ю. С. Щерба, А. С. Евфорицкий // Пластические массы. – 2019. – № 11-12. – С. 47-49. – DOI 10.35164/0554-2901-2019-11-12-47-49. – EDN VFMB0X.
3. Airey G.D. Rheological evaluation of ethylene vinyl acetate polymer modified bitumens // *Constr Build Mater*. Elsevier, 2002. Vol. 16, № 8. P. 473–487.
4. Ameri M., Mansourian A., Sheikhmotevali A.H. Laboratory evaluation of ethylene vinyl acetate modified bitumens and mixtures based upon performance related parameters // *Constr Build Mater*. Elsevier, 2013. Vol. 40. P. 438–447.
5. He W. et al. Recent development of ethylene–vinyl acetate modified asphalt // *Constr Build Mater*. Elsevier, 2023. Vol. 363. P. 129800.
6. Термоокислительная стабильность битума, модифицированного сополимерами стирол-бутадиен-стирол и этиленвинилацетат / Н. П. Крутько, О. Н. Опанасенко, О. В.

Лукша, Ю. В. Лобода // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82, № 7. – С. 1205-1208. – EDN ZAMRUH.

7. Патент № 2152965 С1 Российская Федерация, МПК С08L 95/00, С08L 53/02. способ получения модифицированного битума : № 98121631/04 : заявл. 25.11.1998 : опубл. 20.07.2000 / Д. С. Киселев, О. Н. Иванов, С. Л. Токарева [и др.] ; заявитель Государственное предприятие РФ Центральное научно-конструкторское бюро. – EDN UEFOOE.

8. Патент № 2184751 С2 Российская Федерация, МПК С08L 95/00, С08K 3/10, С08L 9/00. битум-полимерное вяжущее : № 2000109181/04 : заявл. 12.04.2000 : опубл. 10.07.2002 / Ю. Ф. Шутилин, А. А. Смирных ; заявитель Воронежская государственная технологическая академия. – EDN NIAQIG.

9. Бахрах Г.С. Регенерация покрытий и дорожных одежд нежесткого типа // Наука и техника в дор. отрасли. - 1998. - № 3. - С. 18 - 21.

*Galkin A.A., Glazunov I.I., Ryumin N.A., Leskin A.A. Polymer-bitumine binder based on ethylene vinyl acetate and used machine oil*

### **УДК 625.733**

## **КОНСТРУКЦИЯ ОБОЧИНЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПАРАМЕТРА ГИДРОИЗОЛЯЦИИ**

Жуковский Е.М. (асп., ст. преп.)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Кравченко С.Е.

*Белорусский национальный технический университет*

Автомобильные дороги, как инженерные сооружения, подвержены наибольшему разрушению от совместного воздействия транспорта, погодно-климатических и геолого-гидрологических факторов которое крайне неравномерно проявляется по ширине проезжей части автомобильной дороги. При этом наибольшему разрушению подвержены элементы дорожного полотна, расположенные ближе к кромке проезжей части воспринимающие наиболее неблагоприятное сочетание указанных выше факторов. Для снижения воздействий таких факторов в Белорусском национальном техническом университете была дополнена существующая методика проектирования нежестких дорожных одежд, в частности предложен учёт неравномерности воздействия транспортной нагрузки и погодно-климатических и геолого-гидрологических факторов, путем корректировки требуемого модуля упругости дорожной одежды при помощи соответствующих коэффициентов. Для учета и снижения воздействия этих факторов предлагаются конструктивные решения путем устройства разнопрочных дорожных одежд и увеличения параметра гидроизоляции. Предлагаемые конструктивные решения разнопрочных дорожных одежд не имеют особых различий от традиционных по технологии их устройства. Так, при использовании слоев из различных типов асфальтобетона, при устройстве армирующих прослоек или слоев с переменной толщиной необходимо руководствоваться действующими техническими нормативными правовыми актами. Достижение параметра гидроизоляции  $\gamma$  на вновь устраиваемых дорожных одеждах также не вызывает особого затруднения, так как сегодня имеются соответствующие конструктивные и технологические решения. Для решения задачи по повышению параметра гидроизоляции существующей дорожной одежды, а также снижению притока воды к слоям основания дорожной одежды разработана конструкция обочины автомобильной дороги с прослойкой гидроизоляционного материала, отличающаяся тем, что гидроизоляционный материал приклеивается к кромке покрытия с использованием битумо-полимерной ленты.

Highways, as engineering structures, are subject to the greatest destruction from the combined effects of transport, weather-climatic and geological-hydrological factors, which is

extremely unevenly manifested along the width of the roadway. At the same time, the elements of the roadway, located closer to the edge of the carriageway, perceiving the most unfavorable combination of the above factors, are subject to the greatest destruction. To reduce the impact of such factors, the Belarusian National Technical University supplemented the existing methodology for designing non-rigid pavements, in particular, it was proposed to take into account the uneven impact of the traffic load and weather-climatic and geological-hydrological factors by adjusting the required modulus of elasticity of the pavement using appropriate coefficients. To take into account and reduce the impact of these factors, constructive solutions are proposed by arranging different-strength pavements and increasing the waterproofing parameter. The proposed design solutions for multi-strength pavements do not differ much from the traditional ones in terms of their construction technology. So, when using layers of various types of asphalt concrete, when installing reinforcing layers or layers with variable thickness, it is necessary to be guided by the current technical regulatory legal acts. Achieving the waterproofing parameter  $Y$  on newly installed pavements also does not cause much difficulty, since today there are appropriate design and technological solutions. To solve the problem of increasing the waterproofing parameter of the existing pavement, as well as reducing the influx of water to the base layers of the pavement, a design of the road shoulder with a layer of waterproofing material has been developed, characterized in that the waterproofing material is glued to the edge of the pavement using a bitumen-polymer tape.

Результаты ежегодной диагностики автомобильных дорог Республики Беларусь подтверждают тот факт, что они подвержены наибольшему разрушению от совместного воздействия транспорта, погодно-климатических и геолого-гидрологических факторов которое носит неравномерный характер по ширине проезжей части. При этом, большему разрушению подвержены элементы дорожного полотна, расположенные ближе к кромке проезжей части.

Для уменьшения воздействия данных факторов, а в первую очередь неравномерностей в распределении транспортного потока, в 1970 году в БелдорНИИ Г. Г. Тришиным, Р. З. Порицким и В. П. Корюковым были предложены варианты конструкций дорожных одежд с различной прочностью по полосам движения [1]. В 1983 году в СССР была введена в действие Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа (ВСН 46–82) [2], которая закрепила возможность применения таких конструкций в практике проектирования, которая и сегодня закреплена в нормативных документах Беларуси, России, Узбекистана и тд. Однако широкого применения они не получили по причине отсутствия рекомендаций по их проектированию и технологическому решению. Основным конструктивным решением является проектирование и устройство дорожных одежд для каждой полосы отдельно, так называемыми «ступеньками». В таком случае остро стоят вопросы качественного уплотнения материалов слоев, а также сопряжения различных конструкций с обеспечением должной гидроизоляции конструкции.

Исследования, проведенные в Белорусском национальном техническом университете в последние годы, доказали важность учёта совместного воздействия описанных выше факторов в практике проектирования и устройства нежестких дорожных одежд [3-4]. По результатам исследований была дополнена существующая методика проектирования нежестких дорожных

одежд [5], в частности предложен учёт неравномерности воздействия транспортной нагрузки и погодно-климатических и геолого-гидрологических факторов, путем корректировки требуемого модуля упругости дорожной одежды при помощи соответствующих коэффициентов. В результате были разработаны Рекомендации по проектированию нежестких разнопрочных дорожных одежд [6].

Достижение параметра гидроизоляции  $\gamma$  на вновь устраиваемых дорожных одеждах также не вызывает особого затруднения. Для таких случаев возможно применение конструктивных и технологических решений, представленных в [6]. Особый интерес вызывает конструктивные решения и технология достижения параметра гидроизоляции  $\gamma$  на эксплуатируемых автомобильных дорогах, как наиболее приоритетном направлении развития дорожного строительства в Республике Беларусь [7].

Так на сегодняшний день известны конструктивные решения по использованию гидроизоляционных материалов в обочинах автомобильных дорог. В частности, они могут устраиваться на пучинистых грунтах, когда обочины не укрепляются с применением вяжущих материалов или покрытиями из асфальтобетона (рис. 1) [8]. Однако при такой конструкции не обеспечена гидроизоляция стыка гидроизоляционного материала и покрытия.

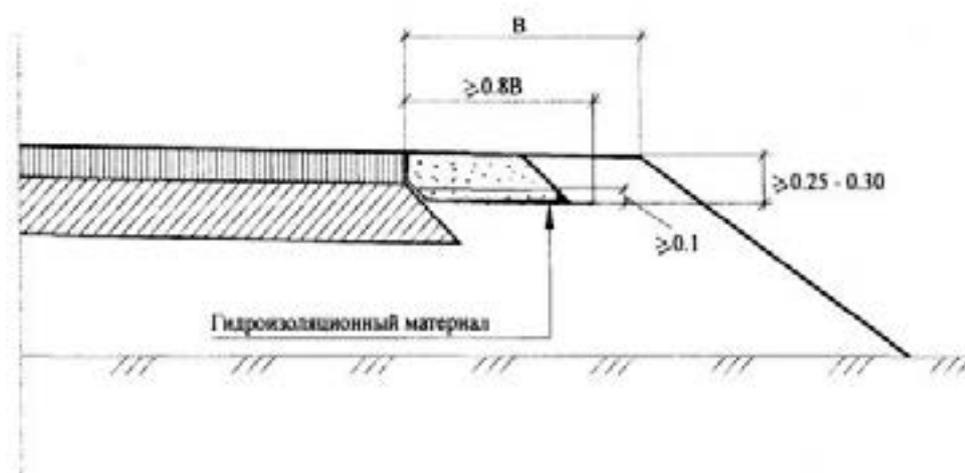


Рис. 1. Конструкция гидроизоляции обочины на пучинистых грунтах

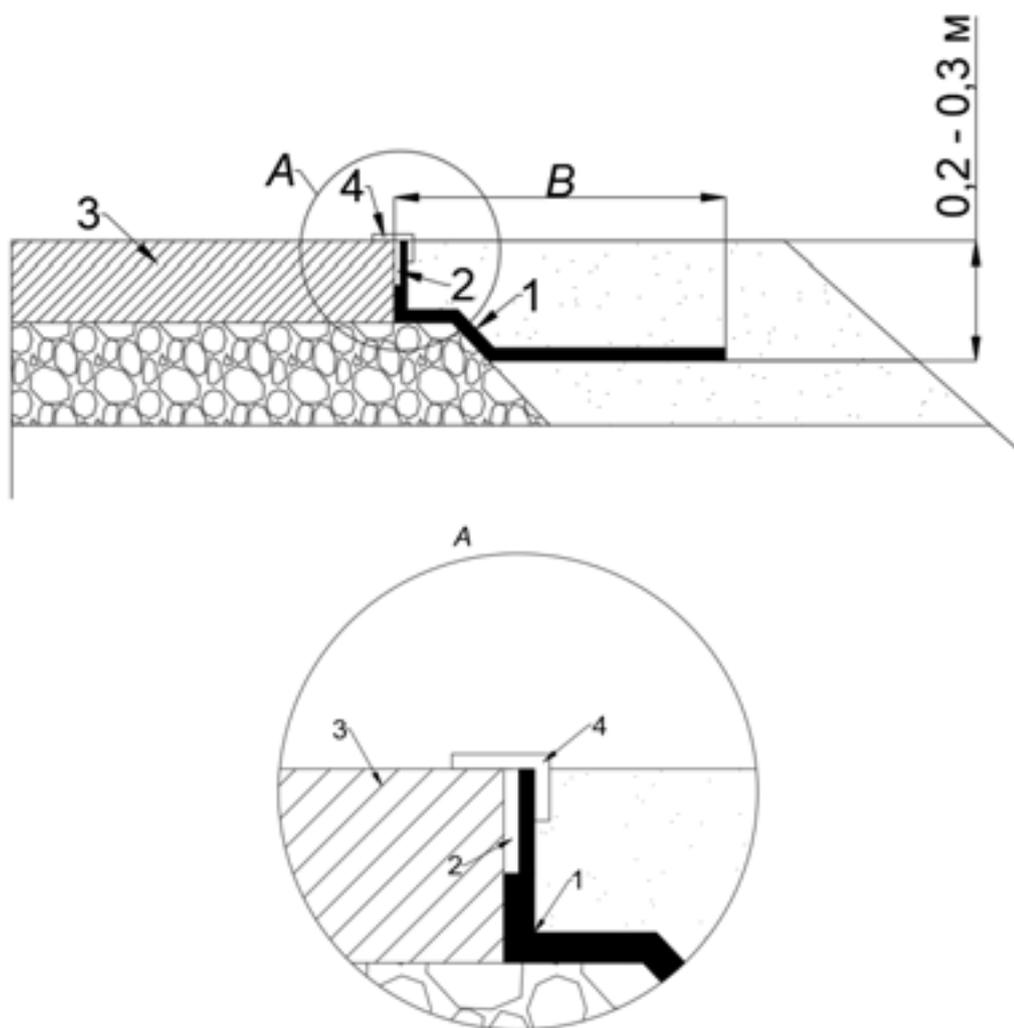
Для решения задачи по повышению параметра гидроизоляции дорожной одежды, а также снижению притока воды к слоям основания дорожной одежды разработана конструкция (рис. 2) обочины автомобильной дороги с прослойкой гидроизоляционного материала, отличающаяся тем, что гидроизоляционный материал приклеивается к кромке покрытия с использованием битумо-полимерной ленты.

При укреплении обочин каменным материалом по верху гидроизоляционного материала из пленок или рулонных материалов устраиваются подстилающий и защитный слои толщиной не менее 0,1 м в плотном теле. При применении в качестве гидроизоляции нетканых материалов, обрабатываемых битумом, защитный слой можно не устраивать.

Предлагаемое конструктивное решение устройства обочины автомобильной дороги обеспечивает требуемый параметр гидроизоляции дорожной одежды, как при новом строительстве автомобильных дорог, так и в рамках содержания и ремонтов, существующих за счет снижения приток влаги к слоям основания дорожной одежды, что в конечном итоге позволит продлить срок их службы.

Для создания гидроизолирующей прослойки применяют гидроизоляционные материалы, обеспечивающие надежность и долговечность гидроизоляционного слоя.

Самоклеящаяся битумно-полимерная лента, используемая для приклеивания гидроизоляционного материала к покрытию, должна иметь две клеящие стороны, а для ленты, используемой в качестве защитной, допустимо наличие одной стороны. При приклеивании лент поверхность подгрунтовывается (праймируется) битумной эмульсией.



1 – гидроизоляционного материала; 2 – клеящая битумно-полимерная лента; 3 – асфальтобетонное покрытие; 4 – защитная битумно-полимерная лента

Рис. 2. Конструкция обочины автомобильной дороги для достижения требуемого параметра гидроизоляции на эксплуатируемой автомобильной дороге

Технология производства работ по устройству обочины автомобильной дороги с гидроизолирующей прослойкой включает следующие технологические операции:

- подготовительные работы;
- устройство корыта обочины;
- подготовка кромки асфальтобетонного покрытия;
- устройство гидроизоляционной прослойки;
- укрепление обочин;
- исправление дефектов;
- заключительные работы.

Подготовительные работы по устройству обочины автомобильной дороги с гидроизолирующей прослойкой включают в себя ограждение мест производства работ и подготовку оборудования к работе.

Устройство корыта обочины на всю ширину производится с помощью автогрейдера. Уклон дна корыта должен быть равен уклону верха обочины и быть направлен в сторону откоса, для обеспечения отвода воды от дорожной конструкции.

Подготовка кромки асфальтобетонного покрытия включает в себя его очистку от грязи и его сушку, с последующей подгрунтовкой битумной эмульсией. Очистка кромки асфальтобетонного покрытия производится путем промывки водой при помощи очистителя высокого давления или очищения щетками на всю его глубину для удаления загрязнений. Сушка кромки покрытия осуществляется аппаратом горячего воздуха, работающего от компрессора. При этом не допускается термодеструкция асфальтобетона. Период между завершением сушки кромки покрытия и нанесением грунтовки не должен превышать 15 минут.

При разрушении кромок покрытия необходимо выполнить их подрезку с помощью нарезчика швов.

Устройство гидроизолирующей прослойки включает в себя приклеивание битумно-полимерной ленты, укладку гидроизоляционного материала и устройство гидроизоляции места сопряжения гидроизоляционного материала с покрытием.

Битумно-полимерные ленты допускается использовать при температуре окружающего воздуха и покрытию не менее +5°C.

От рулона битумно-полимерной ленты отрезается лента требуемой длины. Затем удаляется нижний защитный слой ленты, и она приклеивается к подгрунтованной кромке покрытия, при этом необходимо обеспечивать целостность верхнего защитного слоя. При недостаточной длине ленты их укладывают с перекрытием не менее 0,3 м.

Раскатку рулонов и укладку полотен гидроизоляционных материалов в рабочее положение выполняют с низкой (по отношению к направлению стока воды) стороны.

Ширина полотна определяется по проекту исходя из рекомендаций [7]. При недостаточной ширине полотна гидроизоляционного материала укладывают с перекрытием не менее 0,3 м.

Затем удаляется верхний защитный слой битумно-полимерной ленты и осуществляется приклеивание свободного края полотна гидроизоляционного материала к кромке покрытия. Приклеивание осуществляется прижатием гидроизоляционного материала к битумно-полимерной ленте.

Гидроизоляция места сопряжения гидроизолирующей прослойки и покрытия осуществляется путем наклеивания битумно-полимерной ленты к покрытию и гидроизоляционному материалу. Приклеивание битумно-полимерной ленты для гидроизоляции стыка осуществляется, так же, как и первой ленты.

После устройства гидроизолирующей прослойки приступают к укреплению обочин. Укрепление производят в соответствии с проектом.

Укрепление обочин рекомендуется начинать так, чтобы гидроизолирующая прослойка находилась под воздействием дневного света не более 4–5 часов.

Отсыпку материала ведут по способу «от себя» без заезда строительных машин на открытые полотна.

Доставка материалов для укрепления на объект осуществляется автомобилями-самосвалами с выгрузкой смеси на обочину в корыто вдоль всего участка производства работ.

Отсыпку обочины следует производить на толщину слоя с учетом последующего уплотнения. Смесь автогрейдером распределяют на всю ширину обочины непосредственно на уложенные полотна с обеспечением необходимой ровности слоя за 2-3 продольных прохода в прямом и обратном направлениях. Отвал автогрейдера устанавливают в положение, при котором угол захвата составляет  $75^\circ$ , и начинают перемещение материала укрепления, постепенно смещая часть ее к бровке земляного полотна. При необходимости угол захвата изменяют, увеличивая его до  $90^\circ$  или уменьшая до  $60^\circ$ . Достигнув конца участка работ, не поднимая отвала, автогрейдер задним ходом перемещается в начало участка производства работ. При этом с помощью отвала автогрейдер продолжает разравнивать грунт.

#### **Библиографический список:**

1. Тришин, Г.Г., Порицкий, Р.З., Корюков, В.П. Прочность многополосных дорож / Г.Г. Тришин, Р.З. Порицкий, В.П. Корюков // Автомобильные дороги. – 1978. – № 9. – с. 22-23.
2. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа: ВСН 46-83. – Введ. 29.04.1983. Минтрансстрой СССР. – М.: Транспорт, 1985. – 157 с.
3. Факторы, определяющие характер напряженно-деформированного состояния дорожной конструкции на различных полосах движения транспорта / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2021. – № 2. – С. 14-23.
4. Влияние укрепленных элементов обочин на изменение дефектности по ширине дорожных покрытий / Е.М. Жуковский [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. – 2022. – №1. – С. 19-27.

5. Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования: ТКП 45-3.03-112-2008 (02250). – Минск, 2008. – 114 с.
6. ДМД 33200.024-2022. Рекомендации по проектированию разнопрочных дорожных одежд : утв. БелдорНИИ 12.09.22 : введ. 13.09.22 до 13.09.27 / М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь. — Минск : БелдорНИИ, 2022. — 28 с.
7. О Государственной программе «Дороги Беларуси» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 9 апреля 2021, №212 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2022.
8. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог. Утверждены распоряжением Росавтодора от 14.06.2001 № 113-р

*Zhukouski Ya. M. Structure of the road shoulder to increase the waterproofing parameter*

**УДК 625.74:656.13.08**

## **УСТРОЙСТВО ВЕЛОДОРОЖЕК ИЗ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИЛОВ**

Каюмов А.К. (аспирант)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зиневич С.И.

*Белорусский национальный технический университет*

В процессе строительно-ремонтных дорожных работ применение вторичного сырья позволяет значительно снизить затраты на их выполнение. При этом, уменьшаются не только затраты, но и негативное воздействие на окружающую среду. В статье рассмотрена возможность устройства велодорожек с применением отходов литейного производства, называемых отработанные формовочные смеси. Описан метод получения из данного материала минерального порошка, а также использования в качестве мелкого заполнителя минеральной части смеси.

In the process of construction and repair road works, the use of secondary raw materials makes it possible to reduce the costs of their implementation. At the same time, not only costs are reduced, but also the harmful impact on the environment. The article considers the possibility of building bike paths using foundry waste, called waste molding sands. The described method of obtaining a crushed powder from this material, as well as the use of a soft mixture of particles as a fine aggregate.

В настоящее время все больше внимания уделяется утилизации и переработке промышленных и строительных отходов. Наиболее эффективным методом утилизации данных отходов является их повторное использование в качестве новых материалов, что является одним из наиболее быстро развивающихся направлений не только в дорожной, но и в остальных сферах жизнедеятельности человека. Использование при выполнении дорожных строительно-ремонтных работ вторичного сырья позволяет значительно снизить затраты на их выполнение. Причем эта практика не только снижает затраты на выполнение работ, но и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. На сегодняшний день известно применение в дорожной отрасли таких вторичных материалов как цементно- и асфальтогранулята, металлургических и топочных шлаков и других отходов [1-2].

В настоящей работе была поставлена цель: устроить велодорожки из материала на основе такого вторичного материала, как отработанная формовочная смесь. Отработанные формовочные смеси (ОФС) образуются в виде отходов на предприятиях, где имеется литейное производство. Этот материал представляет собой мелкий песок с примесями связующего материала (типа жидкого стекла, глины и некоторых других материалов) после термического воздействия в процессе отливки детали. В настоящее время имеются большие запасы отработанных формовочных смесей и стоит вопрос их утилизации [3-4].

Предполагалось для велодорожек изготовление гравийного асфальтобетона, где в качестве составных материалов в значительной степени использована отработанная формовочная смесь. Изучив опыт использования ОФС для изготовления асфальтобетонной смеси, пришли к решению в гравийном асфальтобетоне использовать отработанную формовочную смесь в качестве минерального порошка, предварительно помолов ее в шаровой мельнице до нужной фракции. Кроме того, зерновой состав, имеющегося местного гравия, оптимизировать отработанной формовочной смесью. Как отмечалось выше, ОФС – это мелкие кварцевые пески.

Измельчение является основным технологическим процессом, используемым для производства минерального порошка. Наиболее распространенным является измельчение минеральных порошков в шаровых мельницах, которые работают по принципу удара и истирания материала мелющими телами, находящимися во вращающемся барабане вместе с объектом измельчения. Материал и шарики поворачиваются под углом в направлении вращения при вращении барабана с относительно небольшой скоростью, а затем удерживают это положение при вращении барабана с той же скоростью. Постоянно циркулирующие шары движутся вверх по концентрическим круговым траекториям и скатываются вниз, измельчая и тонко перемалывая сырье. С увеличением частоты вращения барабана угол поворота загрузки (шаров и материала) увеличивается и шары поднимаются все выше. В некоторой точке, называемой точкой отрыва, мелющие тела покидают круговые траектории и далее переходят на параболические траектории, в конце своего пути встречаясь с соответствующей круговой траекторией. Измельчение материала при этом режиме работы происходит за счет удара и частичного истирания [5].

После получения в шаровой мельнице минерального порошка из ОФС выполнили оптимизацию зернового состава имеющегося гравия.

Зерновой состав местного гравия и отработанной формовочной смеси представлены в виде табл. 1. Для определения зернового состава указанных материалов применяли ситовой анализ согласно ГОСТ 8269 [6].

Таблица 1

Зерновой состав гравия и отработанной формовочной смеси

Наименование	Размер зерен, мм								
	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	>0,14

Гравий	100	34,71	54,70	9,75	0,22	0,10	0,07	0,26	0,19
Отработанная формовочная смесь	100	100	100	0,94	1,14	21,3	71,46	5,04	0,12

Оптимизация зернового состава гравия выполнялась в соответствии с СТБ 2318 [7]. Кривая должна проходить в области, ограниченной пределами выбранного типа смеси, быть плавной и не иметь резких переломов.

Для получения оптимальной гравийной смеси из имеющегося гравия потребовалось дополнить его мелкой фракцией в виде отработанной формовочной смеси в количестве 34%.

Оптимизация зернового состава гравия представлен на рис. 1.

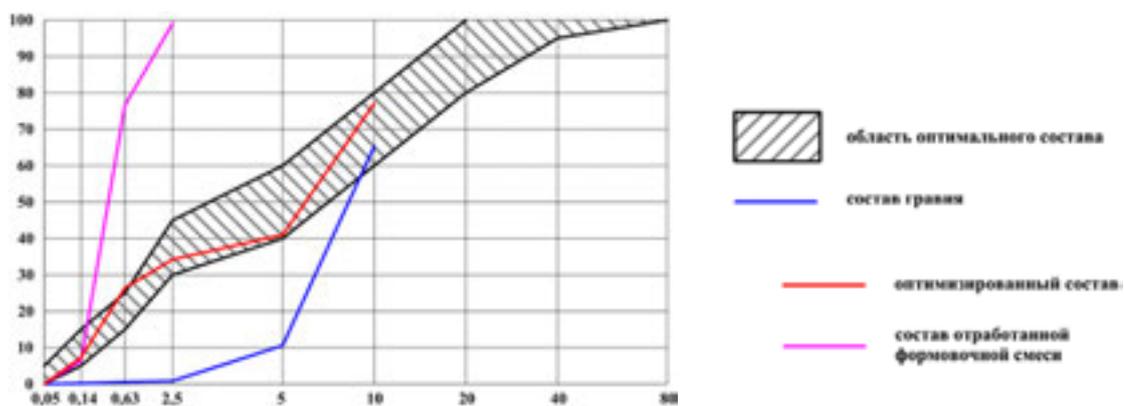


Рис. 1. Процесс оптимизации зернового состава природного гравия отработанной формовочной смесью

После оптимизации гравийной смеси и получения из ОФС минерального порошка был выполнен подбор состава асфальтобетона и изготовлены образцы – цилиндры диаметром 70 мм рис. 2. и рис. 3.



Рис. 2. Составы асфальтобетонной смеси



Рис. 3. Образцы асфальтобетона с применением минерального порошка из ОФС

После изготовления образцов-цилиндров они были испытаны на сжатие для определения предела прочности. Результаты испытания образцов представлены на рис.4. и табл. 2.

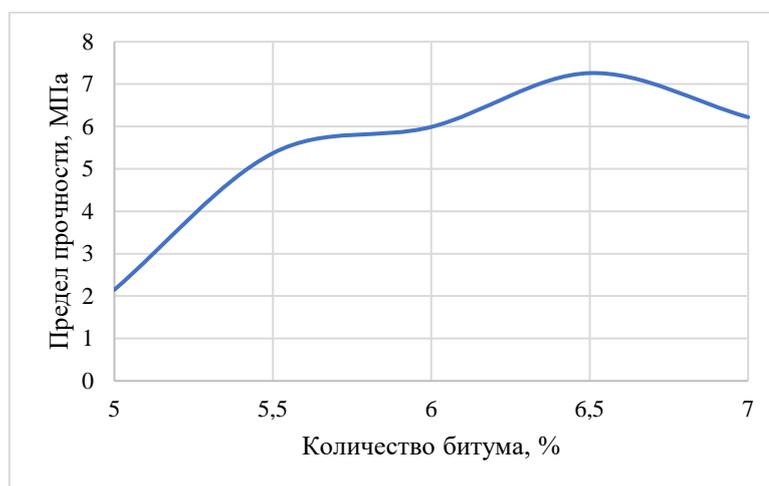


Рис. 4. Предел прочности образцов изготовленных с применением ОФС

Таблица 2

Результаты испытаний образцов на предел прочности

Количество битума, %	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Предел прочности, МПа	2,15	5,37	5,99	7,26	6,22

Определив оптимальное количество битума, необходимое для максимального предела прочности, изготовили дополнительную партия образцов для определения физико-механических свойств, таких как, водонасыщения, предела прочности при сжатии и растяжения при расколе. Результаты испытаний данных образцов в соответствии с СТБ 1033 [8] показаны в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов с отработанными формовочными смесями

Показатели	СТБ 1033-2016	Полученные результаты
Предел прочности при сжатии, МПа		

50° С, не менее	1,0	1,67
Водонасыщение, %	1,0-4,0	1,1
Предел прочности при растяжении при расколе, МПа при 0° С	1,5-3,5	3,03

Средняя плотность образцов равна  $\rho_m = 2,23$

В результате проведенной работы по определению предела прочности образцов изготовленных из оптимизированной смеси природного гравия отработанными формовочными смесями, также использования в виде минерального порошка, установлено, что применение данных материалов приемлема для устройства велодорожек. Также по результатам проведенных испытаний установлено, что физико-механические свойства данных смесей соответствуют норме, что позволяет использовать их. При этом решается вопрос не только утилизации отработанной формовочной смеси, но и удешевляется строительные работы.

#### **Библиографический список:**

1. Зиневич С.И., Каюмов А.К., Ковалев Д.М. Использование цементогранулята в дорожном строительстве. НАУКА и ТЕХНИКА. 2022;21(2):134-141.
2. Веренько, В. А. Новые материалы в дорожном строительстве / В. А. Веренько. Минск: Технопринт, 2004. 169 с.
3. Инновации в строительстве и эксплуатации дорожно-строительного комплекса: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых, аспирантов и студ., Минск, 22–23 нояб. 2017 г. / ред. А. В. Бусел и др. Минск: БНТУ, 2017. 90 с.
4. Каюмов А.К., Зиневич С.И., Ковалев Я.Н. Основания дорожных одежд из вторичных материалов. НАУКА и ТЕХНИКА. 2022;21(6):504-510.
5. Бусел, А. В. Получение активированных минеральных порошков из отработанных формовочных смесей и их применение в дорожном асфальтобетоне / А. В. Бусел. Минск, 1983. 23 с.
6. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний: ГОСТ 8269.0–97. Введ. 01.07.1998. Минск: Минстрой-архитектуры, 1998. 78 с.
7. Смесей щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия: СТБ 2318-2013. Введ. 01.01.2014. Минск: Госстандарт, 2013. 18с.
8. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия: СТБ 1033-2016. Введ. 27.01.2016. Минск: Госстандарт, 2016. 31с.

**Каюмов А.К., Зиневич С.И., Device of bike lanes from secondary materials**

**УДК 625.855.3**

## **УСТРОЙСТВО ТОНКИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЕВ НА БЕТОННОМ ОСНОВАНИИ**

Кисленков Н.В. (гр. СМ-3-22), Ильбалиев М.Ш. (гр. СМ-3-22),  
Поляков А.С. (гр. СМ-3-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Гофман Д.И.

*Волгоградский государственный технический университет*

В середине XX века широко применялись конструкции дорожных одежд с цементно-бетонным покрытием. Использовали их, как правило, на автомагистралях с высокими нагрузками и интенсивностью движения. Расчетный срок службы составлял 25 лет, реальный же срок эксплуатации мог достигать до 40 лет. Несмотря на эти преимущества перед асфальтобетонными покрытиями, основной проблемой является их ремонт. Ремонт цементно-бетонных покрытий тонкими асфальтобетонными слоями показал свою рентабельность. Использование асфальтобетона небольшой толщины как слоя износа существенно повышается долговечность дорожной одежды.

In the middle of the XX century, constructions of road clothes with cement-concrete coating were widely used. They were used, as a rule, on highways with high loads and traffic intensity. The estimated service life was 25 years, but the actual service life could reach up to 40 years. Despite these advantages over asphalt concrete coatings, the main problem is their repair. Repair of cement-concrete coatings with thin asphalt concrete layers has shown its profitability. The use of asphalt concrete of small thickness as a wear layer significantly increases the durability of the road surface.

В последнее десятилетие значительно увеличивается интенсивность движения транспортных средств, грузопоток на дорогах становится более интенсивный. Осевые нагрузки и удельная масса грузовых автомобилей в составе транспортного потока. Поэтому автомобильные магистрали испытывают большую нагрузку.

Большая часть автомобильных магистралей имеет жесткую дорожную одежду, что делает возможным движение тяжелых транспортных средств с большой интенсивностью.

В настоящее время при проектировании и строительстве автомобильных дорог максимальная расчетная нагрузка согласно СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» составляет 11,5 т. При этом выпускаемые в РФ, а также поставляемые в Россию грузовые автомобили имеют осевую нагрузку порядка 14 т (МАЗ, Scania, MAN). С пропускной возможностью движения с такой большой нагрузкой с заданной долговечностью лучше всего справляются жесткие конструкции.

Изначально на автомобильных магистралях была устроена жесткая цементно-бетонная дорожная одежда. Во время использования дороги существующий цементобетон перекрывался слоями асфальтобетона. Устройство асфальтобетонных слоев на жесткой плите производили в целях улучшения эксплуатационных свойств дороги, в частности для улучшения ровности и сцепления. Одним из основных несущим элементов конструкции, обеспечивающих достаточную прочность, является цементно-бетонное основание.

Можно сказать, что устройство асфальтобетонных слоев применяли как технологию ремонта жесткой дорожной одежды. Ранее уложенные слои асфальтобетона не снимали, что вызывало постоянное и неконтролируемое увеличение толщины асфальтобетонных слоев. К сегодняшнему моменту встречаются конструкции дорожной одежды, в которых толщина асфальтобетонных слоев, уложенных на существующее цементно-бетонное покрытие, достигает 40-50 см. В таких условиях конструкция работает нераационально, что вызывает к преждевременному ее износу и разрушению.

Под прочностью понимают свойство материала оказывать в определенных условиях и пределах сопротивление разрушению от различных внешних физических воздействий, сопровождающихся возникновением в нем напряжений. По отношению к дорожным одеждам под прочностью понимают ее свойство сохранять непрерывность поверхности и ровность в допустимых пределах под воздействием природно-климатических условий и систематических нагрузок автотранспортных средств в течение срока службы.

Одними из первых отечественных ученых, которые внесли огромный вклад в теорию расчета необходимой толщины асфальтобетонного покрытия, устраиваемого поверх старого цементно-бетонного покрытия, были: Н.Н. Иванов, В.Ф. Бабков, И.А. Медников, А.М. Богуславский, В.С. Орловский, В.А. Чернигов, С.В. Коновалов, Ю.А. Агалаков и др.

Привычным способом ремонта цементно-бетонных покрытий является перекрытие их асфальтобетонными слоями большой толщины. В России в соответствии с отраслевыми дорожными нормами на проектирование не жестких дорожных одежд толщину слоев из составов, содержащих органическое вяжущее и укладываемых на верхний слой основания из материалов, укрепленных цементом, для ограничения появления отраженных трещин на покрытии нужно принимать, как правило, не менее толщины слоев, укрепленных цементом. Так, на автомобильных магистралях с большой интенсивностью движения (более 2 тыс. авт/сут) толщина асфальтобетонных слоев на цементно-бетонном основании составит 18 см. При этом класс бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_{tb}$  должен быть 0,8 МПа, а средняя прочность бетона при растяжении при изгибе - 1 МПа. При прочности бетона  $R_{tb}=2,8$  МПа допускается устраивать толщину асфальтобетонных слоев не менее 16,5 см.

Следовательно, что вместо увеличения толщины слоя за счет более правильной ориентации минеральных зерен возможно повысить прочность слоя и, как следствие, трещиностойкость покрытия.

В середине XX века были широко распространены конструкции дорожных одежд с цементно-бетонным покрытием. Как правило, такие покрытия применялись на дорогах с тяжелым и интенсивным движением. Эксплуатация таких покрытий оправдала себя, и они считаются надежными с большим сроком службы.

В настоящее время расчетный срок службы цементно-бетонных покрытий составляет 25 лет. Опыт эксплуатации цементно-бетонных покрытий в

России показывает, что реальный срок службы может достигать 30-40 лет. В европейских странах, таких как Германия, Австрия, Бельгия и Нидерланды, это обычное явление. Есть примеры, как национальные, так и международные, где срок службы может достигать 50 лет и более. Несмотря на эти преимущества перед асфальтобетонными покрытиями, основной проблемой является их ремонт. Высокая стоимость ремонта, технические трудности, а иногда и невозможность вернуть дорожному покрытию его первоначальные транспортные и эксплуатационные характеристики привели к простому перекрытию их асфальтобетонными слоями.

В последние годы в мировой практике широкое распространение получили тонкие, а также ультратонкие слои износа, которые являются необходимыми при восстановлении эксплуатационных показателей, используемых на различных видах покрытий – асфальтобетонных и цементно-бетонных. При их изготовлении следует учитывать требуемую шероховатость и улучшение ровности покрытия, наряду с защитой поверхности покрытия от вредного воздействия эксплуатационных и климатических факторов.

При решении задачи повышения устойчивости однослойных асфальтобетонных покрытий, М.А. Шахназаров считает, что такие покрытия разрушаются значительно быстрее двухслойных. Хотя вместе с этим, как показало исследование, имеются отдельные участки с однослойным асфальтобетонным покрытием, в значительной мере не отличающиеся по своим эксплуатационным показателям от двухслойных.

Ремонт цементно-бетонных покрытий тонкими асфальтобетонными слоями показал свою рентабельность в следующих странах: Германии, Франции, Италии, Венгрии, США и в странах ближнего и дальнего зарубежья. В России также существует опыт применения тонких слоев.

Ю.А. Агалаков использовал разработанные технические условия (ТУ 218 РСФСР 601-88 "Смеси битумно-минеральные открытого состава для устройства макрошероховатых слоев дорожных покрытий") для того, чтобы были оценены транспортно-эксплуатационные характеристики и изменения в процессе реальной дорожной эксплуатации тонких асфальтобетонных слоев толщиной до 5 см с повышенным содержанием гравия и проведены испытания на работоспособность. По результатам экспериментов оценена и предложена работоспособность тонких асфальтобетонных слоев с повышенным содержанием щебня, уложенных на жесткое основание, которая в 2,5-3 раза выше, чем работоспособность стандартных слоев. Результаты показали, что работоспособность тонких слоев асфальтобетона в 2,5-3 раза выше, чем стандартных слоев асфальтобетона. Это приведет к созданию более прочных и компактных асфальтобетонных конструкций, способных выдерживать более высокие разрушающие нагрузки, чем более толстые слои.

Мембрана для заделки трещин состоит из нанесения битумно-полимерного вяжущего с расходом 2,5-2,8 л/м<sup>2</sup> при температуре 175-185°С. Затем укладывается технический слой из 10-15 мм щебня, обработанного битумом, с расходом 8-10 кг/м<sup>2</sup>. Этот слой служит для обеспечения непрерывности

мембраны при движении асфальтоукладочной техники во время укладки защитного слоя асфальтобетона. Непосредственная укладка защитного слоя асфальтобетона должна производиться на следующий день после укладки технического слоя щебня или не позднее чем через трое суток.

В Германии тонкие слои устраивают из холодного асфальтобетона на автомагистралях с интенсивностью движения 70 тыс. авт/сут.

Во Франции разработаны тонкослойные асфальтобетонные покрытия толщиной 35-50 мм и тонкослойные асфальтобетонные покрытия толщиной менее 30 мм, используются промышленные сборные тонкослойные маты, скрепленные с цементобетонными покрытиями. Эти маты обладают высокой трещиностойкостью, но низкой стойкостью к истиранию.

В последние годы широкое распространение получила технология тонких слоев износа на основе эмульсионно-минеральных смесей. Одной из таких смесей является суспензионно-силовой слой износа, который состоит из катионной битумной эмульсии, дробленого заполнителя, минеральных материалов, химических добавок и воды. Назначение компонентов: битум связывает смесь, придавая ей пластичность, прочность и обеспечивая сцепление; щебень и минеральные заполнители придают несущие свойства; химические добавки регулируют скорость формирования смеси на дорожном покрытии. В целом, толщина создаваемого слоя зависит от максимального размера зерен щебня в смеси. В США был продемонстрирован ультратонкий слой асфальтового покрытия из горячей смеси Novachip поверх старых цементно-бетонных покрытий. Три различных состава из зерен А, В и С с максимальным размером зерен 4,75, 9,5 и 12,5мм могут быть использованы для достижения толщины слоя 12,5, 16 и 19мм соответственно, при содержании вяжущего в смеси в диапазоне 4,6-5,8%. Перед распределением смеси под давлением в укладочной машине, распределить эмульсию в объеме 0,7-1л/м, в зависимости от перекрываемых слоев, при температуре 50-80°С. В течении 5 секунд после распределения эмульсии наносится слой смеси при температуре 145-165°С со скоростью 10-30 м/мин. Затем смесь необходимо уплотнить, дважды пропустив через 9-тонный каток со стальными вальцами. Движение разрешается открывать сразу после уплотнения, при условии, что температура слоя ниже 85°С. В США доказано, что срок службы этого слоя достигает 10 лет. Смесь состоит из мелкозернистого плотного камня, медленно распадающейся эмульсии, минерального порошка и добавок, регулирующих время распада. Эти компоненты приготавливаются на мобильном заводе, после чего смесь транспортируется к коробчатому распределителю и укладывается на дорожное покрытие без укатки. Если глубина колеи бетонного покрытия значительна, то для заполнения колеи используется коробка-распределитель, а после формирования материала колеи наносится абразивный слой бетона на всю ширину. Таким образом, многолетний российский и зарубежный успешный опыт строительства и эксплуатации жестких дорожных одежд с асфальтобетонными

покрытиями небольшой толщины показывает, что данная конструкция обладает значительной долговечностью и высокими транспортными характеристиками.

Теоретические и экспериментальные исследования подтверждают, что возможный срок службы цементобетона может составить порядка 40-45 лет. При этом в случае использования асфальтобетона небольшой толщины исключительно как слоя износа существенно повышается долговечность дорожной одежды.

#### **Библиографический список:**

1. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91 ). М. 2004.
2. Капитальный ремонт цементно-бетонных покрытий автомобильных дорог. М., 2008. 56 с.
3. Кушинский В.А., Радьков Н.В., Игошин Д.Г., Сулимова А.Н. Рекомендации по устройству защитных слоев износа по мембранной технологии на автомобильных дорогах с жесткими дорожными одеждами. Минск, 1999.
4. Novachip. Experimental feature report. Washington, 2008.
5. Samuel B. Cooper, Louay N. Mohammad, Novachip surface treatment, Louisiana, 2004.

*Kislenkov N.V., Ibaliev M.Sh., Polyakov A.S. Construction of thin asphalt concrete layers on a concrete base*

#### **УДК 624.21.09**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «СТЕНА В ГРУНТЕ», ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СТЕСНЕННЫХ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Насонов С.И. (гр. УПСМм 22-1)

Научный руководитель – канд. техн. наук, проф. Валиев Ш.Н.

*Тюменский Индустриальный Университет*

Современная политика градостроения уделяет большое внимание к вопросам применения новых и хорошо известных строительных технологий. При возведении транспортных сооружений в условиях мегаполиса мы вынуждены более рационально использовать городское пространство, расширяясь лишь в высь и в глубину, сохраняя близлежащие здания и сооружения. Технология "стена в грунте" неоднократно доказала свою эффективность, и продолжает набирать популярность в строительной отрасли. Использование данного метода позволяет одновременно решать несколько поставленных задач, в условиях стесненной городской среды.

Modern urban planning policy pays great attention to the application of new and well-known construction technologies. When constructing transport facilities in a megalopolis, we are forced to use urban space more rationally, expanding only to the height and depth, preserving nearby buildings and structures. The "wall in the ground" technology has repeatedly proved its effectiveness and continues to gain popularity in the construction industry. Using this method allows you to simultaneously solve several tasks in a cramped urban environment.

Стена в грунте — это метод возведения подземных или заглублённых сооружений, фундаментов, ограждений котлованов, подпорных стен, а

также противодиффузионных завес с использованием при разработке грунта тиксотропного глинистого раствора [1].

Данная технология используется при возведении подземных частей и конструкций промышленных, энергетических и гражданских зданий, гидротехнических, транспортных, водопроводно-канализационных инженерных сооружений [2].

Основными признаками для классификации заглубленных сооружений и их конструкций являются назначение сооружения, объемно-планировочное конструктивное решение, примененные материалы.

По назначению заглубленные сооружения, возводимые методом «Стена в грунте», можно классифицировать следующим образом: Промышленные, Жилищно-гражданские, Транспортные, Гидротехнические. По конфигурации эти сооружения и конструкции разделяются на: Линейные, Линейно-протяженные, Сооружения колодезного типа с вертикальными стенами. По материалу наиболее распространены: Железобетонные, Бетонные, Глиногрунтовые. По конструкции «Стены в грунте могут быть»: Буронабивные, Монолитные бетонные и железобетонные, Сборные одноярусные, многоярусные, и колонного типа, Комбинированные многоярусные [2].

Применение данного метода при строительстве транспортных сооружений в условиях города чаще всего обусловлено отсутствием возможности строительства опускным методом в открытом котловане, из-за возникновения опасности нарушить устойчивость смежных сооружений, при высоком уровне залегания грунтовых вод, при необходимости устройства транспортных сооружений глубиной более 10 метров.

На примере проекта строительства путепровода на пересечении улицы Республики и улицы Мельникайте города Тюмени, рассмотрен тип устройства «стены в грунте» из буросекущих свай (рис. 1).



Рис. 1. Путепровод на пересечении улицы Республики и улицы Мельникайте города Тюмени [3]

Буросекущие сваи относятся к виду буронабивных свайных опор, широко используемых для передачи значительных усилий на плотные слои грунта на большую глубину. В готовом виде фундамент похож на настоящую стену из сплошного бетона, расположенную в грунтовом массиве. В отличие от забивных свай, погружаемых ударными механизмами, буросекущие сваи изготавливаются непосредственно в готовой скважине без применения динамических воздействий. Опоры устанавливаются сплошными рядами, частично перекрывая каждый сегмент соседнего элемента. [4]

Технологию сооружения устройства подпорной стены из буросекущих свай можно разбить на несколько этапов:

**Подготовительный этап.** Геодезическая разбивка и закрепление осей подпорных стен рампового участка съездов и опор путепровода на местности. Транспортировка на стройплощадку необходимого оборудования и строительных материалов для строительства подпорных стен. Сооружение форшахты для бурения и бетонирования буросекущих свай подпорных стен (рис. 2).



Рис. 2. Схема устройства форшахты [5]

**1-й этап.** Бурение и бетонирование скважин не армируемых (опережающих) свай, после набора проектной прочности осуществляется бурение армируемых (пересекающих) свай с последующим опусканием каркаса и бетонированием. (Рис. 3)





- возможность использования подпорной стены в качестве несущей опоры пролетного строения;
- наличие гидрозащиты от грунтовых вод.

#### **Библиографический список:**

1. Стена в грунте. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стена\\_в\\_грунте](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стена_в_грунте) (дата обращения: 22.04.2023)
2. В.С. Колесников, В.В. Стрельникова Возведение подземных сооружений методом «Стена в грунте». Технология и средства механизации: Учебное пособие. / В.С. Колесников, В.В. Стрельникова – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 1999. – 144 с.
3. На Мельникайте появится новая развязка с туннелем и подземными переходами. Проект на согласовании. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://72.ru/text/transport/2022/01/26/70401554/> (дата обращения: 23.04.2023)
4. Что такое буресекущие сваи. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gidfundament.ru/svajnyj/tehnologiya-burosekushchih.html> (дата обращения: 22.04.2023)
5. Устройство форшахты. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mavink.com/post/459438E925F2B8A9A90EDC2297E7BA3358AM64BE09> (дата обращения: 23.04.2023)
6. ОАО ПИИ «ТюменьДорПроект». Проектная документация «Строительство транспортной развязки в разных уровнях на пересечении ул. Республики с ул. Мельникайте (г. Тюмень) Корректировка» / ОАО ПИИ «ТюменьДорПроект». – Тюмень: 2021.

*Nasonov S. I. Application of the "wall in the ground" technology in the construction of transport facilities in cramped urban conditions*

**УДК 625.855.3-033.37**

### **АСФАЛЬТОГРАНУЛОБЕТОН НА ОСНОВЕ МАЛОПРОЧНЫХ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Павлова М.А. (аспирант), Павлова И.А. (ТЭОН 1-21)

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Алексиков С.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

В статье рассмотрены проблемы строительства дорожных покрытий, ведь автомобильные дороги являются важнейшим звеном транспортной системы страны, без которого не может функционировать ни одна отрасль народного хозяйства. Качество дорог в том или ином государстве можно считать объективным показателем уровня жизни в стране. Вопросы восстановления прочности и долговечности изношенных дорожных конструкций играют важную роль в настоящее время.

The article discusses the problems of road surface construction, because highways are the most important link in the country's transport system, without which no branch of the national economy can function. The quality of roads in a particular state can be considered an objective indicator of the standard of living in the country. The issues of restoring the strength and durability of worn-out road structures play an important role at the present time.

Мировая и отечественная практика ремонта и реконструкции дорожной сети доказала эффективность восстановления прочности изношенных конструкций дорожных одежд путем их ресайклирования. При глубоком

ресайклировании дорожных конструкций (на глубину до 50 см) в составе асфальтогранулятобетона (АГБ) используются слои старого асфальтобетонного покрытия, щебеночного основания и песчаного подстилающего слоя. Исследования состояния территориальной дорожной сети Волгоградской области показывают, что в процессе длительной эксплуатации слои дорожной одежды существенно снижают свои прочностные характеристики. Это объясняется тем, что в результате многолетнего воздействия транспортных нагрузок и замораживания-оттаивания в водонасыщенном состоянии малопрочные пористые каменные материалы основания разрушаются. Песок подстилающего слоя загрязняется пылеватыми и глинистыми частицами, снижает фильтрационные характеристики в 2-3 раза. Все это существенно влияет на расчетные прочностные характеристики АГБ, получаемого при ресайклировании конструкций, надежность и долговечность дорожных одежд в последующий период эксплуатации [1].

Асфальтобетонный гранулят образуется при фрезеровании асфальтобетонного покрытия или при дроблении асфальтобетонного лома на дробильно-сортировочной установке. Он имеет непрерывный агрегатный состав (распределение гранул по размерам), который часто соответствует требованиям, предъявляемым к зерновому составу минеральной части горячих пористых асфальтобетонных смесей для нижних слоев покрытий и оснований по ГОСТ 9128 [2].

Типовой состав АГБ смесей делится на 4 основных компонента:

- Асфальтобетонный гранулят (АГ)
- Скелетный материал
- Вяжущее
- Вода

В зависимости от вида вяжущего, вводимого при приготовлении асфальтогранулобетонных смесей, их подразделяют на следующие типы согласно ОС-568-р [3]:

- А – без добавления, вяжущего;
- Э – с добавлением битумной эмульсии;
- В – с добавлением вспененного битума;
- М – с добавлением минерального вяжущего (обычно цемента или извести);
- К – с добавлением комплексного вяжущего (обычно битумной эмульсии и цемента).

Классификация АГБ смесей подразделяется на несколько типов:

- по типу вяжущего
- по массовой доле щебня или гравия (в составе АГБ)

Благодаря наличию в асфальтобетонном грануляте битума, конструктивный слой из него получается более плотным, чем из других

минеральных материалов, уплотняемых в холодном состоянии. Чем больше содержание асфальтобетонного гранулята в

асфальтогранулобетонных и грунтобетонных смесях, тем при прочих равных условиях лучше физико-механические свойства конструктивного слоя.

Существуют три типа АГБ смесей предназначенных для:

- устройство верхнего слоя ДО по технологии холодного ресайклинга;
- устройство нижнего слоя ДО по технологии холодного ресайклинга;
- устройство верхнего слоя ДО по технологии горячего ресайклинга.

Первый тип устройства может применяться на дорогах I и IV категории. Слой смеси при устройстве ДО составляет от 8 до 30 см, но если толщина слоя превышает 20 см, то АГБ укладывается в два слоя с уплотнением каждого из них.

Второй тип устройства применяется на дорогах III и IV категории. АГБ с добавлением битумных эмульсий после уплотнения и формирования слоя должен быть покрыт замыкающим слоем АБ смеси и(или) слоем износа.

Третий тип горячий ресайклинг – это технология восстановления верхнего слоя ДП с применением АГБ смеси. Целью является устранение различных повреждений верхнего слоя покрытия глубиной 40 мм и восстановления дорожного покрытия. Этот тип применяется когда ДО не повреждено и сохранило свою несущую способность [4].

Асфальтогранулобетон и грунтобетон являются связными материалами, поэтому слои оснований из этих материалов работают на изгиб.

Введение в зернистый материал вяжущего позволяет повысить значения расчетных параметров слоя основания и снизить его толщину или толщину покрытия.

Для обработки зернистого материала используют вспененный битум, битумную эмульсию, минеральные вяжущие (цемент, известь и др.) или комплексное вяжущее (органическое плюс минеральное)

Дорожные основания с использованием смесей из асфальтогранулобетона и грунтобетона применяют при строительстве автомобильных дорог I – IV технических категорий (по СНиП 2.05.02) [5].

#### **Библиографический список:**

1. Евстегнеева, В. Н. Ремонт и реконструкция асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга / В. Н. Евстегнеева, В. Г. Степанец. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 38 (172). — С. 21-28. — URL: <https://moluch.ru/archive/172/45732/> (дата обращения: 06.02.2023)
2. ГОСТ 9128 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов»
3. ОС-568-р Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации.
4. СТО НОСТРОЙ 2.25.35-2011 устройство оснований дорожных одежд. Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята
5. СНиП 2.05.02. Автомобильные дороги.

*Pavlova M.A., Pavlova I.A. Asphalt granulated concrete based on low-strength stone materials*

## ВЫЯВЛЕНИЕ УЧАСТКОВ СОСРЕДОТОЧЕНИЯ КОЛЕИ ИЗНОСА НА ДОРОГАХ И МАГИСТРАЛЯХ ГОРОДА ОМСКА

Раскошный Д.Ю. (гр. СМ-21МА6)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Александров А.С.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет*

Увеличение автомобилизации населения РФ привело к существенному увеличению интенсивности движения легковых автомобилей. В зимний период водители применяют шипованные шины, которые способствуют интенсификации износа асфальтобетонных покрытий. На городских дорогах колея износа имеет участки сосредоточения, к которым относятся места торможения и разгона транспортных средств, а также повороты. В настоящей работе приведены данные экспериментального обследования участков сосредоточения колеи износа.

The increase in motorization of the population of the Russian Federation has led to a significant increase in the intensity of passenger car traffic. In winter, drivers use studded tires, which contribute to the intensification of asphalt concrete pavement wear. On urban roads, the wear track has areas of concentration, which include places of braking and acceleration of vehicles, as well as turns. This paper presents data from an experimental survey of areas of concentration of wear tracks.

В настоящее время борьба с образованием колеи является одной из наиболее актуальных проблем эксплуатации автомобильных дорог, как в России, так и за рубежом. Исследования, выполненные в области изучения остаточных деформаций, накапливаемых земляного полотна и слоями дорожной одежды, а также износа покрытий, позволили подразделить колееобразование на четыре типа, три из которых приведены на рис. 1 [1–4].

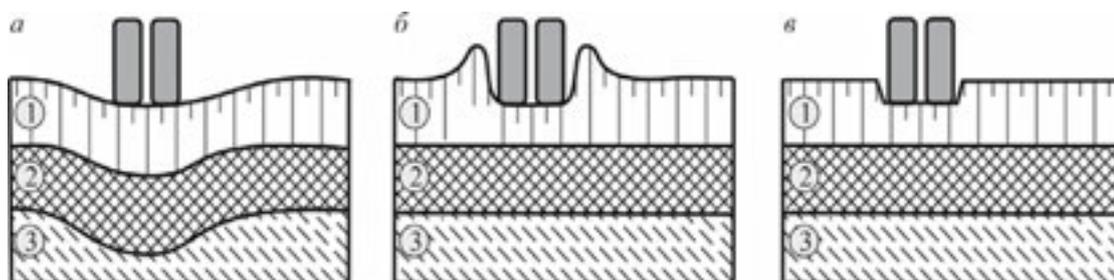


Рис. 1. Типы колеи на асфальтобетонных покрытиях [1–4]: а – структурная колеиность (Structural rutting); б – нестабильная структура асфальтобетона (Instability structure); в – поверхностный износ покрытия (Surface wear rutting); 1 – слои дорожной одежды из асфальтобетона; 2 – несущие и дополнительные слои основания; 3 – земляное полотно.

Рассматривая причины образования колеи, следует отметить, что наиболее прогнозируемой является колея первого типа. Причины формирования таких колеи связаны с деформациями уплотнения материалов покрытий и оснований дорожных одежд, а в наихудших случаях с деформациями сдвига грунтов земляного полотна или зернистых материалов оснований дорожных одежд [4–7].

Колеи второго типа обусловлены деформациями сдвига асфальтобетона в верхних слоях покрытия. Такие колеи возникают в условиях нагрева асфальтобетона до высоких температур и движения тяжелых нагрузок. Такие условия возникают в районах с жарким климатом на магистралях с тяжелым и интенсивным движением [1]. Согласно исследованиям авторов работы [8] колеи второго типа могут образовываться по пришествию сравнительно малого времени после завершения строительства и ввода дороги в эксплуатацию. Для борьбы с таким типом образования колеи выполняются материаловедческие исследования, состоящие в подборе составов асфальтобетонов на модифицированных битумах [9–11].

Колеи третьего типа обусловлены износом асфальтобетонного покрытия, что в РФ связывают, прежде всего, с воздействием шипованных шин легковых автомобилей, количество которых существенно увеличилось за последние два десятилетия. На рис. 2 и рис. 3 нами приведены данные Роскомстата о количестве грузовых и легковых автомобилей в Западно-Сибирском регионе и Омской области, в частности.

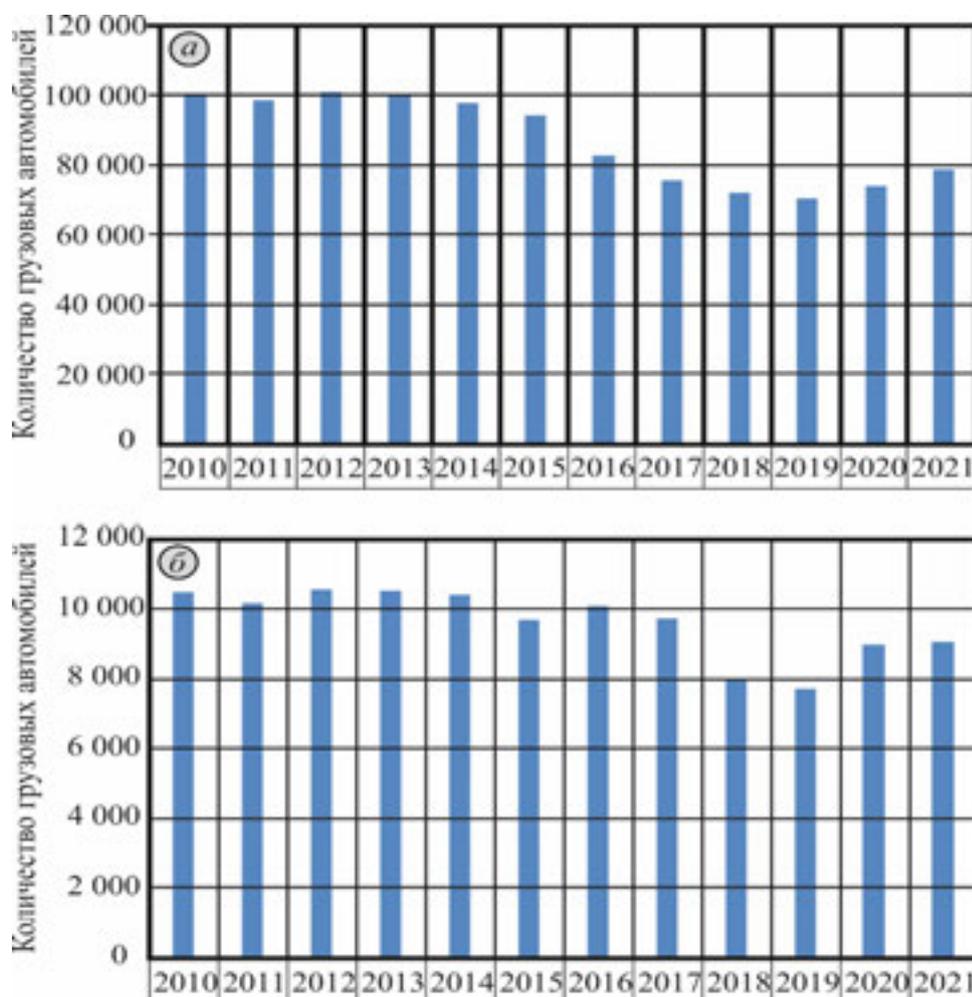


Рис. 2. Данные Федеральной службы государственной статистики об изменении количества грузовых автомобилей в период 2010 – 2021 гг:  
*a* – Западно-Сибирский регион; *б* – Омская область

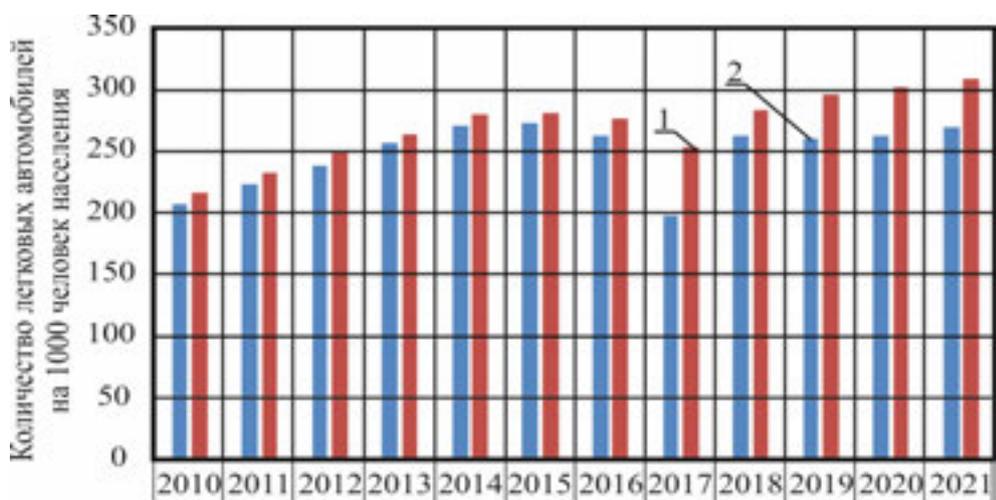


Рис. 3. Данные Федеральной службы государственной статистики о количестве легковых автомобилей на 1000 человек населения в период 2010 – 2021 гг:  
1 – Западно-Сибирский регион; 2 – Омская область

Анализ данных рис. 2 и рис. 3 показывает, что от года к году количество грузовых автомобилей изменяется, причем, как в большую, так и меньшую сторону. Тем не менее, за последние десять лет число легковых автомобилей увеличилось, а количество грузовых автомобилей, наоборот, уменьшилось. Такая тенденция показывает актуальность работ, направленных на исследование колеи износа, которые имеют характерные участки сосредоточения. Формирование колеи износа зависит от конкретных условий движения, которые абсолютно разные на скоростных и не скоростных (обычных) дорогах. На рис. 4 приведены иллюстрации колеи, сформированных на различных дорогах.



Рис. 4. Колеи на различных дорогах:  
а – МКАД; б – г. Самара Московское шоссе; в – г. Казань; д–е г. Омск соответственно пр-т Красный путь; ул. Дианова и ул. Д. Бедного

Из анализа данных рис. 4 следует, что на многополосных дорогах колея глубже на левой второй от оси полосе движения. Таким образом, наиболее глубокая колея формируется на полосе с наибольшей интенсивностью

движения легковых автомобилей. В этом случае преимущественный вклад в глубину колеи вносят легковые автомобили, шины которых снабжены шипами для безопасного движения в холодный период года. Эта причина для формирования колеи износа рассматривается в качестве основной во всех работах, посвященных этой проблематике [4, 12, 13].

Второй причиной формирования колеи износа является скорость движения легкового транспорта с шипованными шинами. Для различных дорог и их разных участков влияние скорости движения тоже различно. Исследования специалистов МАДИ показывают, что при движении колеса с шипованной шиной увеличение скорости движения приводит к интенсификации износа асфальтобетона, а, значит, к формированию более глубоких колеи. Этот факт можно объяснить повышением динамического коэффициента при повышении скорости движения [14]. Исследования специалистов СибАДИ [4] показывают, что любая дорога с регулируемым движением имеет участки торможения, расположенные в местах: наземных пешеходных переходов, примыканий и пересечений в одном уровне и т.п. В этом случае трение качения, характерное для скоростных участков, меняется на трение скольжения, которое тем больше, чем меньше скорость движения. Поэтому на участках торможения колея всегда глубже, чем на участках с обычным режимом движения. На рис. 5 приведены результаты обследования колеи износа, образовавшейся на ул. 1-я Чередовая на участке подхода к примыканию к ул. А. Невского в г. Омске.

Такую специфику специалисты СибАДИ связывают с зависимостью коэффициента сцепления шины автомобиля с покрытием и интенсивностью движения легковых автомобилей. Из работ выдающихся специалистов (А.П. Васильев, Ю.В. Кузнецов, М.В. Немчинов и др.) в области трения шин с асфальтобетонным покрытием известно, что коэффициент сцепления шины с покрытием тем больше, чем меньше скорость движения. Поэтому по мере приближения к точке полной остановки трение шины с покрытием увеличивается, а, значит, возрастает горизонтальная составляющая нагрузки на покрытие. Экспериментами работы [4] установлено, что глубина колеи износа увеличивается при приближении к месту остановки наибольшего количества автомобилей, то есть чем ближе точка измерения к стоп-линии (разметка 1.12), тем больше глубина колеи.

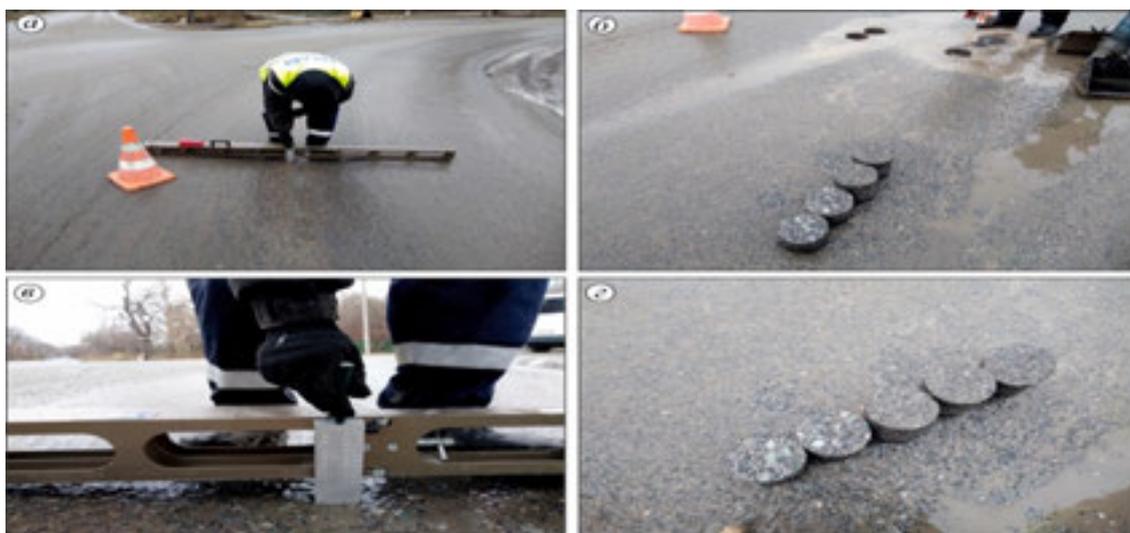


Рис. 5. Обследование колеи на дороге по ул. 1-я Чередовая в г. Омске:  
 а – измерение глубины колеи под 2-х метровой рейкой; б – отбор кернов из колеи и между колеи; в – результат измерения глубины колеи 60 мм; г – иллюстрации различных поверхностей кернов, взятых из колеи и между колеи

Наиболее опасным местом сосредоточения колеи износа в пределах участка торможения является кривая (поворот), в пределах которой возникает как продольная горизонтальная нагрузка, так и поперечная горизонтальная нагрузка. Результаты обследования, иллюстрации которого приведены на рис. 5, показали, что по прошествии трех лет эксплуатации верхний слой асфальтобетонного покрытия был изношен полностью в пределах примыкания ул. 1-я Чередовая к ул. А. Невского. По мере удаления от примыкания к ул. А. Невского толщина верхнего слоя увеличивалась от 0 по 4,6 см, но в любом случае была меньше проектной величины 5 см.

Глубина колеи на участках торможения зависит от интенсивности движения легковых автомобилей, которая зависит от различных условий и может быть выше, как на крайней левой полосе движения, так и любой другой полосе с более высокой интенсивностью движения легковых автомобилей.

Выполненный нами обзор материалов исследований специалистов позволяет признать проблему образования колеи износа актуальной для дорожной отрасли и поставить основные задачи нашей магистерской выпускной работы. К числу таких задач относятся:

1. Исследования колеи на участках торможения транспортных средств, путем измерения глубин лазерными датчиками передвижного измерительно-вычислительного комплекса «Трасса».
2. Исследования интенсивности движения транспорта на участках торможения по полосам движения многополосных дорог.
3. Разработка эмпирической методики прогнозирования глубины колеи износа в пределах участка торможения легковых автомобилей.

#### **Библиографический список:**

1. Nguyen T.D., Le L.X. (2016). Research of asphalt pavement rutting on national roads in Vietnam. Electronic resource: access mode [<https://www.researchgate.net/publication/307373551>]. Data 30.07.2019.

2. NRC CNRC. *Rut Mitigation Techniques at Intersections*. Road and Sidewalks, Federation of Canadian Municipalities and National Research Council, Canada. 48 p. (2003).
3. Larry Santucci. Rut resistant asphalt pavements. Electronic resource: access mode [<https://ru.scribd.com/document/36152416>]. Data 30.07.2019.
4. Александров А.С., Семенова Т.В., Калинин А.Л. Анализ причин колееобразования на покрытиях нежестких дорожных одежд и рекомендации по уменьшению этого явления // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2019. Т 16. № 6. – С. 718–745. DOI:10.26518/2071-7296-2019-6-718-745.
5. Шумский, Е. Р. Оценка устойчивости дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием к колееобразованию в зависимости от типа основания / Е. Р. Шумский // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение : материалы III Международной научно-технической конференции [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-технической конференции / сост.: С. Н. Соболевская, Е. М. Жуковский. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 347-351.
6. White Th.D., Haddock J.E., Hand A. J.T. Contributions of Pavement Structural Layers to Rutting of Hot Mix Asphalt Pavements // National Cooperative Highway Research Program. NCHRP Report No 468. Washington, D.C., 2002. 151 p.
7. Blab R., Kappl K., Lackner R., Aigner E. Permanent deformation of bituminous bound materials in flexible pavements. Evaluation of test methods and prediction models // Samaris D28. 2006. Vol. 1. 144 p.
8. Dawley C.B., Hogewiede B.L., Anderson K.O. Mitigation of Instability Rutting of Asphalt Concrete Pavements in Lethbridge, Alberta, Canada. // Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists. Vol. 59, Association of Paving Technologists, St. Paul, Minnesota. 1990. P. 481–508.
9. Влияние полимерно-дисперсно-армирующей добавки на эксплуатационные свойства асфальтобетона / С.А. Чернов, А.В. Каклюгин, А.Н. Никитина, К.Д. Голюбин // Вестник МГСУ. 2016. Т 12. № 6. — С. 654–660.
10. Навольный А.С., Чернов С.А. Пути подборов составов мелкозернистых асфальтобетонных смесей, наиболее устойчивых к процессам колееобразования // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №9. С. 1–13.
11. Чернов С.А., Чирва Д.В., Леконцев Е.В. Влияние полимерно битумного вяжущего на процессы колееобразования в верхних слоях покрытий автомобильных дорог// Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4. – С. 1–9.
12. Ковалев Д.И., Шайхутдинова Р.А. Проблемы колееобразования на автомобильных дорогах // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2022 №1, <https://ts.today/PDF/10SAT5122.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/10SAT5122
13. Васильев Ю.Э., Ивачев А.В., Братищев И.С. Исследование устойчивости дорожно-строительных материалов к износу колееобразованию в условиях, приближенных к эксплуатационным // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. № 5. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/11TVN514.pdf>.
14. Кириллов, А.М. Учет скорости движения транспортных средств в расчетах нежестких дорожных одежд. // Вестник МГСУ. 2018. Т 13. № 8. — С. 959–972. DOI:10.22227/1997-0935.2018.8.959-972

***Raskoshny D.Y. Identification of wear track concentration areas on roads and highways of the city of Omsk***

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАДРАМИ И  
МОТИВАЦИЕЙ ПЕРСОНАЛА В СОВРЕМЕННОЙ КОМПАНИИ,  
РАБОТАЮЩЕЙ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Ченькаев И.В., Титенко Н.Е. (гр. УПСМм-22-1)

Научный руководитель – канд. экон. наук Бреус Н.Л.

*Тюменский Индустриальный Университет*

В статье рассмотрены особенности транспортного строительства, влияющие на процесс управления персоналом строительной организации. Выявлены и описаны отличия в организации строительного процесса от производственного процесса в других отраслях. Тенденции и изменения на рынке труда строительства. на основе статьи сделаны выводы о системах управления строительным персоналом, KPI, а также общемировые тенденции развития труда и управления персоналом.

The article considers the features of transport construction that affect the process of personnel management of a construction organization. Differences in the organization of the construction process from the production process in other industries are identified and described. Trends and changes in the construction labor market. Based on the article, conclusions were drawn about construction personnel management systems, KPI, as well as global trends in the development of labor and personnel management.

Из года в год строительство является самым быстрорастущим производственным районом в мире и приносит новые открытия и новые рабочие механизмы, которые абсолютно не влияют не только на соседние производственные мощности, но и на строительные производства. Однако практически на всех строительных площадках проблема недостаточной подготовки не первый год стоит остро. Система управления персоналом практически не изменилась. Воздействие на рабочую силу уменьшается с каждым годом, в то время как тенденции строительства и спрос на качественно хорошо обученный персонал неумолимо растут. Отметим, что система управления персоналом строительных компаний должна полностью соответствовать особенностям и отдельным элементам строительной отрасли.

Основные характеристики конструкции, влияющие на процесс управления персоналом, должны включать:

- уникальность подавляющего большинства объектов строительства, определяющая необходимость разработки новой проектной документации и внедрения новых организационно-технических решений;
- различные виды работ;
- зависимость большей части рабочей силы от климатических условий;
- значительный срок годности (обычно более 1 года);
- оценку экономической эффективности организационных, технических и управленческих решений, а также значительную продолжительностью строительных проектов;
- наличие существенных и объективно определенных перерывов в загрузке специализированных строительных компаний или отдельных

специализированных бригад в строительные компании в результате завершения всего строительства или выполнения определенных работ;

- длительный срок службы строительных изделий в связи с необходимостью обеспечения безопасной эксплуатации строительных проектов на протяжении всего цикла (более 100 лет);

- компетентность персонала в управлении (во время подготовки и внедрения) и в производстве (во время строительно-монтажных работ). Это существенно влияет на безопасность последующих работ объекта строительства;

- многоступенчатая реализация строительных проектов, большое количество участников в сочетании со сложным процессом организации прохождения документов, сложность определения предмета и уровень ответственности за принятие решений, основа которых неясна или неверна;

- территориальное подразделение строительных и производственных компаний: офис строительной компании находится на постоянном месте, при этом работы ведутся в разных местах, регионах, иногда даже странах.

В последние годы наблюдается явная тенденция к снижению качества строительно-монтажных работ, широкому привлечению низкоквалифицированных рабочих к повышению производительности труда и снижению качества подготовки инженерных кадров [1].

И. И. Феклистов посвятил свои работы инженерно-техническим работникам. исследования по предоставлению человеческих ресурсов для инновационного развития строительных организаций и выделили следующие особенности строительства:

- поскольку строительство ведется одновременно во многих местах и на большой площади, трудно централизовать оценку деятельности сотрудников компании;

- как правило, строительные работы ведутся в открытом грунте, где постоянно меняются погодные условия. Это влияет на организацию и технологию работы, а значит, и на оценку результатов труда сотрудников, что требует специальной системы мотивации.

Автор [2] также указывает на снижение ответственности и трудовой дисциплины, уровня культуры и морали художников, что также влияет на качество работы. Поэтому система управления персоналом строительной компании должна строиться с учетом вышеуказанных особенностей отрасли. Схематическое изображение системы управления персоналом строительной компании представлено на рисунке 1.

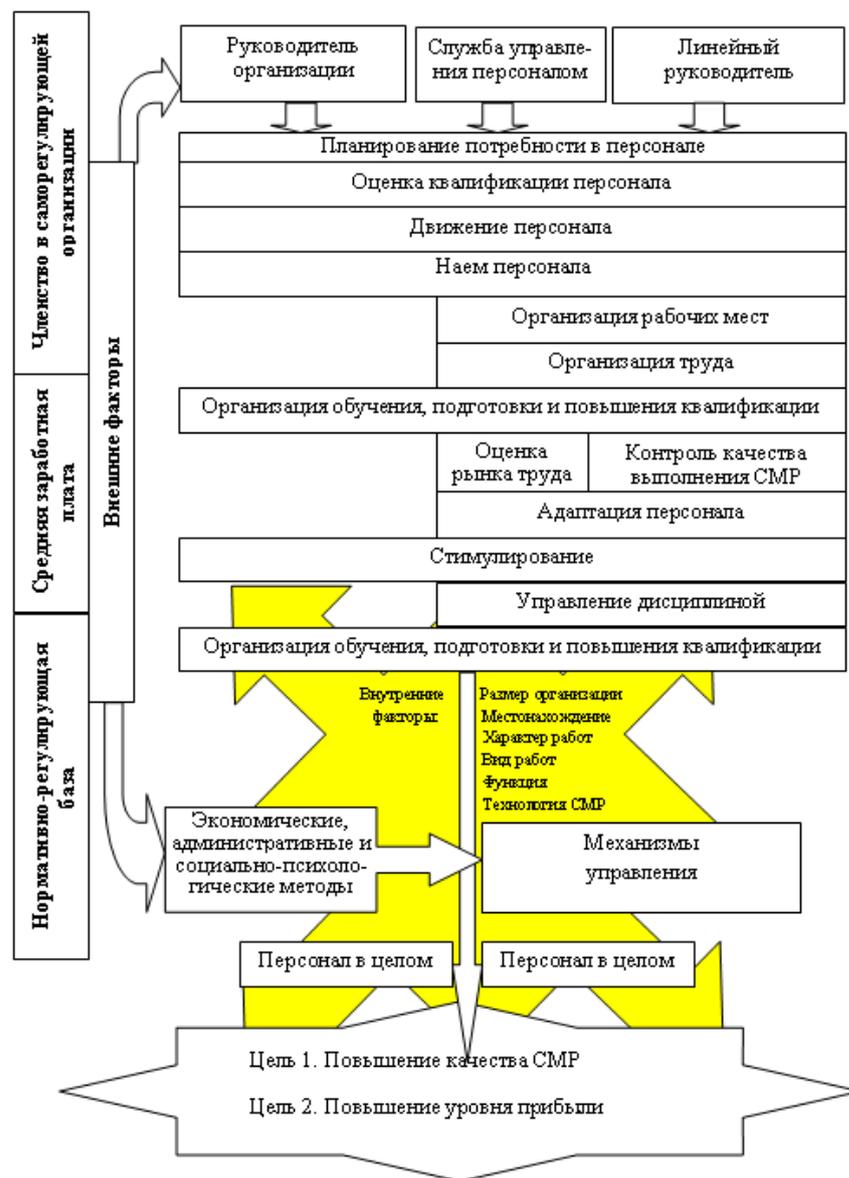


Рис. 1. Схематическое изображение системы управления персоналом строительной компании [3]

Система включает в себя три субъекта управления персоналом строительной организации: руководитель организации, отдел управления персоналом, руководитель (начальник строительной площадки, бригадир, начальник отдела). Персонал компании является ее основным ресурсом. Отсутствие хорошо скоординированной и качественной работы персонала сводит к нулю предложение компании других ресурсов, в том числе финансовых. На диаграмме показаны основные функции управления персоналом в современном строительном предприятии с учетом роли служб управления персоналом. Поэтому в одну из функций Службы управления персоналом может входить организация работы, в том числе участие в разработке производственной программы предприятия. В производственном графике предприятия должен учитываться текущий персонал, размер его нагрузки, и наоборот, персонал должен соответствовать производственному графику. Эта функция также включает в себя непосредственное участие отдела кадров в

производственном процессе, включая постоянный контроль качества персонала за выполнением производственных задач, реальностью производственных задач, особенно за достаточным временем для их выполнения. В сотрудничестве с руководителем администрация персонала должна сертифицировать рабочие места. Функции управления персоналом выполняются не только соответствующим отделом. Планирование потребностей в персонале, оценка навыков, укомплектование персоналом, набор персонала, обучение, организация, обучение, переподготовка и профессиональное развитие всех функций управления, таких как степень участия в этом процессе, выполняются субъектами. Процесс оценки квалификации персонала должен быть организован и методично организован руководством персонала, а менеджеры всех уровней должны принимать непосредственное участие в оценке [3].

Внутренними факторами, влияющими на систему управления персоналом конкретной строительной компании, являются размер данной организации, ее местонахождение, вид работ, вид работ, организационная функция строительного проекта, технологии, используемые при строительно-монтажных работах. Внешние факторы включают макроэкономическую ситуацию в стране и регионе, особенно среднюю заработную плату в этой стране, уровень безработицы, нормативную базу и многое другое. Для подготовки механизмов управления персоналом необходимо использовать весь комплекс современных методов - экономических, административных, социально-психологических. Основными целями организации строительства, на которые должны быть направлены все усилия, должны быть повышение качества строительно-монтажных работ, размер прибыли, полученной от организации основного вида деятельности, и обеспечение равного использования ресурсов.

#### **Библиографический список:**

1. Булат Р. Е. Теория и практика формирования готовности работников строительных организаций к профессиональной деятельности: поиск, привлечение, оценка, подбор, наем, адаптация, обучение, аттестация, увольнение персонала, документирование кадровой работы / Булат Р. Е., Мосин М. А. – СПб: Стройиздат, 2008. – 212 с.
2. Феклистов И. И. Кадровое ресурсное обеспечение инновационного развития строительных организаций // Экономическое возрождение России. – 2011. – Т. 28. – № 2. – С. 104-111
3. Карибова И. Ш. Повышение квалификации строителей как один из главных рычагов роста производительности труда и качества строительной продукции // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2011. – № 2. – С. 293-299

*Chenykaev I.V., Titenko N.E. Analysis of the HR management system and staff motivation in a modern company working in the sphere of transport construction*

**УДК 625.855.3-033.37**

# СТРОИТЕЛЬСТВО УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В С. УСАДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЗАМЕНЫ ПУЧИНИСТОГО ГРУНТА

Шлыков И.И. (гр. 2СМ31з)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Ильина О.Н.

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет*

В статье затрагивается описание процессов воздействия пучинообразования грунта на асфальтобетонное покрытие улично-дорожной сети. Пучинообразование грунта - существующая проблема в условиях городской застройки, требующая решения. В качестве борьбы с пучинообразованием рассматривается метод полной замены пучинистого грунта на средние и крупные пески с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сутки, что позволит сохранить дорожное покрытие от разрушения и обеспечить комфортную эксплуатацию УДС.

The article deals with the description of the processes of the impact of soil heaving on the asphalt concrete pavement of the road network. Soil heaving is an existing problem in urban development that needs to be addressed. As a fight against heaving, the method of complete replacement of heaving soil with medium and coarse sands with a filtration coefficient of at least 2 m / day is considered, which will save the road surface from destruction and ensure comfortable operation of the UDS.

Развитие городов и сельских поселений напрямую связано с со строительством новых и реконструкции существующих улично-дорожных сетей. Улично-дорожная сеть (УДС) – это комплекс объектов транспортной инфраструктуры, являющихся частью территории поселений и городских округов, ограниченной красными линиями и предназначенной для движения транспортных средств и пешеходов, упорядочения застройки и прокладки инженерных коммуникаций (при соответствующем технико-экономическом обосновании), а также обеспечения транспортных и пешеходных связей территорий поселений и городских округов как составной части их путей сообщения; представляет собой взаимосвязанную систему городских улиц и автомобильных дорог, каждая из которых выполняет свою функцию обеспечения движения его участников и функцию доступа к начальным и конечным точкам движения (объектам тяготения) [1].

УДС обеспечивает базовые условия жизнедеятельности общества и является важным инструментом достижения социальных и экономических целей. Благодаря развития улично-дорожной сети появляется возможность строительства объектов культурно-массового назначения, городской и деловой застройки. Удачные проекты разработки УДС и расширения территорий обеспечивают эффективное дальнейшее освоение земель и содействует решению стратегических задач развития городов и населенных пунктов [2].

На сегодняшний день существует проблема, связанная с разрушением и потерей ровности покрытий УДС, усложняющая комфортную эксплуатацию и снижающая срок эксплуатации дорожной сети. Причиной данного негативного воздействия может быть наличие пучинистого грунта в земляном полотне автомобильной дороги. Пучинистый грунт - дисперсный грунт, т.е.

состоящий из отдельных мелких частиц, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования льда. К пучинистым грунтам относят, в основном, супеси, грунты и суглинки. Они имеют очень много пор, которые способствуют накоплению и удержанию влаги в почве [3].

Пучины образуются при одновременном сочетании трех факторов: 1) интенсивное морозное влагонакопление, при котором максимальная относительная влажность грунта в верхней части земляного полотна:  $W \geq 0,75$ ; 2) промерзание грунта под дорожной одеждой на глубину более 0,5 м; 3) наличие мелких пылеватых песков и супесей, пылеватых суглинков или других пучинистых грунтов. При отсутствии хотя бы одного из этих факторов пучины не образуются [4]. Существуют различные методы борьбы с пучинообразованием, которые направлены на исключение негативного влияния опасного фактора, определяемого индивидуально в зависимости от существующих условий и расположения автомобильной дороги. Необходимость борьбы с пучинообразованием возникла и при строительстве объекта «Улично-дорожная сеть жилого комплекса, расположенного в с. Усады, Столбищенского сельского поселения, Лаишевского муниципального района, Республики Татарстан, ограниченная ул. Г. Тукая, ул. Дорожная с. Усады, Матюшинским трактом» (рис.1). УДС в с. Усады представляет собой кольцевую трассу с двумя основными улицами и с пятью примыкающим к ним улицами местного значения.



Рис. 1. Схема УДС с. Усады

По результатам геологических изысканий, залегающие в зоне сезонного промерзания суглинки и мелкий пылеватый песок по степени морозоопасности, в соответствии с приложением в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги», а именно, согласно таблицы В.7, грунты по степени пучинистости относятся к III и VI группе; согласно таблицы В.8, грунты по среднему значению относительного морозного пучения при промерзании 1,5м имеют величину морозного пучения 4-7% и 7-10 %. Поднятие грунтовых вод отсутствует, питание на глубину от 0,0 до 2,8м осуществляется поверхностной

воды, связанной с сезонным таянием снега и обильной продолжительностью дождей. На основании технико-экономического сравнения вариантов, предыдущего опыта строительства аналогичных объектов и согласованием с заказчиком во избежание морозного пучения был выбран метод полной замены грунта в рабочем слое земляного полотна на глубину 1 м на песок средней крупности.

Замена пучинистого грунта в рабочем слое земляного полотна на пески с достаточно крупными частицами позволит исключить возможность миграции влаги при отрицательных температурах, что связано с отсутствием узких капилляров и не большой поверхностью смачивания. Происходит процесс обратный капиллярному поднятию, т.е. при отрицательных температурах перемещение влаги происходит из более промёрзших в менее промёрзшие слои, поэтому увеличения объема практически не происходит даже при полном влагонасыщении [5].

При разработке выемки непригодного пучинистого грунта был применен экскаватор Volvo EC 220D (рис.2), оснащенный 3D системой, погрузка осуществлялась в автосамосвалы КАМАЗ-65801 с дальнейшей транспортировкой на расстоянии 35 км.



Рис. 2. Экскаватор Volvo EC 220D

Возведение рабочего слоя земляного полотна из песков средней крупности осуществлялось послойно толщиной не более 0,3 м, распределение - бульдозером Deere, оснащённым 3D системой, уплотнение производилось при помощи грунтового катка Volvo.

Общий объем работ составляет 76 тыс. м<sup>3</sup> замены непригодного пучинистого грунта в рабочем слое земляного полотна на глубину 1 м.

В качестве дополнительных мероприятий также были проделаны работы по защите сооружения от опасного воздействия подземных и поверхностных вод, такие как:

- вертикальная планировка территорий с организацией поверхностного стока;
- гидроизоляция подземных конструкций;

- расчистка элементов естественного дренирования.

Эффективность метода замены пучинистого грунта на средний песок заключается в дренировании поверхностных вод в слои неподверженные промерзанию, тем самым исключается возможность образования линз льда в земляном полотне, что в свою очередь сохраняет дорожное покрытие от разрушений свойственных морозному пучению и обеспечивает несущую способность на весь срок эксплуатации автомобильной дороги. В тоже время при данном методе осуществляется большой объем земляных работ, при необходимости утилизации непригодного грунта и транспортировке значительного объема заменяемого материала, что в свою очередь увеличивает стоимость и продолжительность строительства объекта.

Результатом применения метода полной замены пучинистого грунта является сохранение дорожного покрытия от разрушений свойственных морозному пучению, что обеспечивает комфортную эксплуатацию УДС путем сохранения ровности покрытия, а также увеличит межремонтный период.

#### **Библиографический список:**

1. Ерохин, А. В. Причины пучинообразования на автомобильных дорогах / А. В. Ерохин. – Текст: непосредственный / Молодой ученый. – 2021.
2. Долгополов М. А. Влияние развития дорожной сети на освоение новых территорий на примере новокольцовской дороги / М. А. Долгополов, П. С. Глумнушина. — Текст: электронный / Весенние дни науки: сборник докладов Международной конференции студентов и молодых ученых (Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 г.). — Екатеринбург: УрФУ, 2021. — С. 787-791.
3. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация / М. – Стройиздат. – 2013.
4. Чернышева, И.А., Машенко А.В. К вопросу использования различных методов защиты от морозного пучения / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 39 – 46.
5. Клещ, П.К. Устройство дорожного полотна в условиях вечной мерзлоты / П.К. Клещ. - Текст: непосредственный / Молодой ученый. — 2021. — № 3 (345). — С. 125-129.

*Shlikov I.I., Ilina O.N. Construction of the road network in the village Ysady using the heaving soil replacement method*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**УДК 625.09**

### **ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛИЧНО- ДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. ВОЛГОГРАДА**

Азроян А.А. (ПГС-1-19)

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Алексиков С.В.

*Волгоградский государственный технический университет*

Определены основные перспективные направления развития дорожной сети: строительство скоростной автомагистрали - обхода города; строительство и реконструкция существующей улично-дорожной сети – дублеров существующих городских магистралей; развитие поперечных направлений улично-дорожной сети, обеспечивающих дублирующие связи между основными магистралями города.

The main promising directions of development of the road network have been identified: construction of an expressway –bypass of the city; construction and reconstruction of the existing road network - duplicates of existing urban highways; development of transverse directions of the street and road network, providing duplicate connections between the main highways of the city.

В настоящее время назрела острая необходимость повышения пропускной способности УДС [1, 2]. Эксплуатация дублера первой продольной магистрали (проспект им. В.И. Ленина), нулевой рокадной магистрали, доказал ее эффективности. Сокращение числа регулируемых перекрестков по маршруту ул. Маршала Крылова – ул. Калинина с 12 до 3 позволило снизить задержки на светофорах в час «пик» на 25-30 мин. Перераспределение части транспортного потока с проспекта им. В.И. Ленина на рокадную магистраль снизило загрузку проспекта движением транспорта до 30% (рис. 1, 2), увеличило среднюю скорость транспортного потока до 40-60 км/час.



Рис. 1. Движение транспорта по проспекту им. В.И. Ленина до строительства рокадной магистрали (2017 г.)

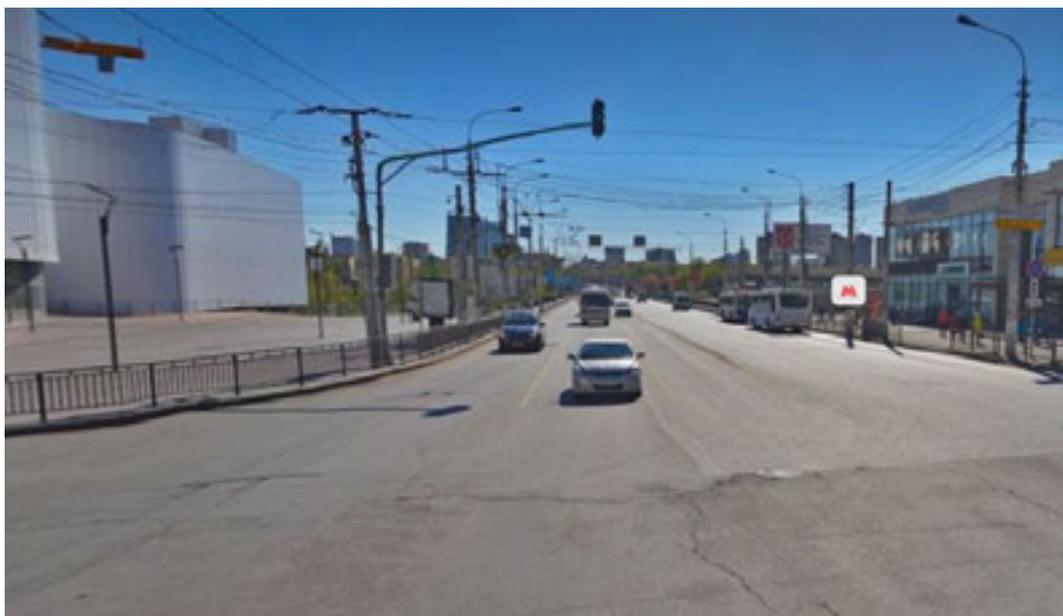


Рис. 2. Движение транспорта по проспекту им. В.И. Ленина после строительства рокадной магистрали (2021 г.)

В настоящее время реализуется проект строительства продолжения ул. Электроресовская. Построенный участок дороги (ул. Максима Загорулько) с пропускной способностью до 8 тыс. легковых автомобилей в час имеет четыре полосы движения, является дублером 2-ой продольной магистрали. В утренний и вечерний час «пик» дорога интенсивно используется для движения легкового автотранспорта со скоростью до 60 км/час без задержек на светофорах. Строительство второй очереди рокадной дороги на участке ул. Калинина - ул. Автомобилистов с выходом на продолжение ул. Электроресовской позволит обеспечить беспрепятственное движение автотранспорта по маршруту ул. маршала Крылова – ул. Максима Загорулько -ул. Кирова-ул. Писемского.

Одновременно с развитием УДС города, реализуется крупнейший транспортный проект региона – строительство обхода г. Волгограда. В перспективе, автомагистраль I-б категории, протяженностью 98 км, соединит федеральные дороги 1Р 228 «Сызрань-Саратов-Волгоград», М-6 «Каспий» и М-21 «Волгоград-Каменск-Шахтинский», позволит обеспечить скоростное движение транзитного транспорта в обход г. Волгограда со скоростью до 110-120 км/час.

Завершение строительства 3 и 4 пусковых комплексов мостового перехода через р. Волга позволит разгрузить городскую УДС от тяжеловесного транспорта, обеспечит транзитные перевозки по транспортным коридорам «Север - Поволжье - Юг», «Север - Юг» с дальнейшим выходом на Урал, Казахстан, Закавказье и республики Средней Азии.

Реконструкция федеральных дорог М-6 «Каспий» (км 903+500 – км 922+000) и А-260 «Волгоград-Каменск-Шахтинский- граница с Украиной» (обход п. Максима Горького) повышает пропускную способность головных

участков автомагистралей до 38 тыс. автомобилей в сутки, ликвидирует образование транспортных заторов при въезде-выезде из города.

Положительный опыт развития УДС города Волгограда и городской агломерации позволяют сделать вывод о том, что повышение пропускной способности улично-дорожной сети в городах эффективно за счёт строительства и реконструкции основных продольных магистралей, развития поперечных связей и продольных существующих городских дорог-дублёров, строительства обходных и хордовых автомагистралей для скоростного пропуска транзитного транспорта без нагрузки на городскую УДС. Развитие поперечных связей и продольных дорог-дублёров следует осуществлять путём капитального ремонта и реконструкции существующих городских дорог.

#### **Библиографический список:**

1. Алексиков, С.В. Повышение пропускной способности улично-дорожной сети г. Волгограда / С.В. Алексиков, М.И. Альшанова // Социология города. – 2020. – № 4. – С. 59–69.

2. Алексиков, С.В. Повышение пропускной способности городских дорог на основе оценки скоростного режима транспортных потоков / С.В. Алексиков, С.В. Волченко // Дороги и мосты. – 2013. – Вып. 30/2. – С. 237–249.

*Azroyan A.A. Increasing the capacity of the road network of Volgograd*

**УДК 625.855.3-033.37**

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ**

Барлит О.Б. (СМ-3-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Артемова С.Г.

*Волгоградский государственный технический университет  
Институт архитектуры и строительства*

Дорожная разметка выполняется различными материалами: эмалями (красками), термопластиками, пластиками холодного нанесения или другими долговечными материалами (полимерными лентами, световозвращателями) по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Road markings are made with various materials: enamels (paints), thermoplastics, cold-applied plastics or other durable materials (polymer tapes, retroreflectors) according to technical documentation approved in accordance with the established procedure.

Дорожная разметка выполняется различными материалами: эмалями (красками), термопластиками, пластиками холодного нанесения или другими долговечными материалами (полимерными лентами, световозвращателями) по технической документации, утвержденной в установленном

порядке.

Эмали и краски (далее краски) – суспензии высокодисперсных пигментов и наполнителей в лаках или водных дисперсиях синтетических полимеров, содержащие функциональные добавки (диспергаторы, стабилизаторы, пластификаторы и др.), образующие после высыхания твердые непрозрачные лакокрасочные покрытия.

Пластики холодного нанесения - разметочные материалы на основе реакционноспособных мономеров, содержащие пигменты и наполнители, образующие после химического отверждения твердые непрозрачные лакокрасочные покрытия с высокой функциональной долговечностью. Различают спрей-пластики (толщина нанесения от 0,5 до 1,0 мм) и толстослойные пластики (толщина нанесения от 2,0 до 3,0 мм).

Термопластики – терморазмягчаемые пластичные материалы на основе полимерного связующего, содержащие пигменты и наполнители, образующие после твердения толстослойные непрозрачные лакокрасочные покрытия с высокой функциональной долговечностью.

Полимерные ленты - изделия, изготавливаемые из полимерных материалов, предназначенные для устройства горизонтальной дорожной разметки.

Явным преимуществом красок является низкая стоимость как самого материала, приходящаяся на единицу площади разметки по сравнению с использованием пластичных материалов, так и технологического оборудования для его нанесения. Также нельзя не отметить короткое время высыхания материала (краски), а также наличие возможности трафаретного нанесения сложных по конфигурации элементов разметки.

К сожалению, есть и недостатки. Основные недостатки краски - высокое (до 60%) содержание растворителей и использование в ее рецептуре полимеров, не обеспечивающих эмали необходимой светостойкости и прочности, что обуславливает ее быстрое истирание в процессе эксплуатации разметки.

Исследования показали, что износостойкость лакокрасочных материалов резко уменьшается при эксплуатации в условиях зимнего периода, причем особенно сильное понижение происходит при колебаниях от положительных температур к отрицательным и наоборот. Износостойкость обуславливается рядом факторов:

1. Структурно-реологическими и деформативными свойствами разметочного материала;
2. Деформативными свойствами асфальтобетонного покрытия; Взаимодействием разметочного материала с материалом покрытия автодороги (адгезией к покрытию);
3. Влиянием климатических условий, особенно воздействием переменных температур (от положительных к отрицательным и наоборот);
4. Присутствием замерзающей и оттаивающей в порах материалов воды.

Вторым широко распространенным материалом является термопластик. Этот вид материалов не содержит растворителей, а

необходимые для нанесения разметки текучие свойства термопластиков приобретаются в результате плавления при температуре 150 - 220°C. Основным недостатком термопластиков является необходимость проведения разогрева материала перед применением. Горизонтальная дорожная разметка из термопластика обладает гораздо большей функциональной долговечностью, чем в случае использования красок.

В качестве альтернативы термопластикам были введены холодные пластики, которые не требуют разогрева для их применения, а в исходном виде представляют собой текучую смесь основных компонентов и отдельно прилагаемый отвердитель. В результате их смешения образуется материал, создающий элементы горизонтальной дорожной разметки. Применение холодных пластиков сдерживается относительно высокой стоимостью и малым количеством машин. Однако необходимо отметить, что холодные пластики не только имеют хорошую перспективу использования в различных климатических условиях, но и, может быть, в отдельных случаях могут быть оптимальным материалом для горизонтальной дорожной разметки.

Полимерные ленты относятся к изделиям для дорожной разметки и применяются в экспериментальном порядке. В настоящее время полимерные ленты не нашли широкого применения. Изготовление полимерных лент в заводских условиях позволяет добиться высокого и стабильного качества, но для достижения высоких результатов также необходимо тщательное

Так же существуют требования к коэффициенту яркости. Удельному коэффициенту светотражения при диффузном дневном или искусственном освещении  $Q_d$  и удельным коэффициентам световозвращения при сухом покрытии  $RL$  и при мокром покрытии  $RW$  должны сохраняться в течение:

- для разметки, выполненной красками (эмалями), термопластиками и холодными пластиками с толщиной нанесения менее 1,5 мм - не менее одного месяца эксплуатации;
- для разметки, выполненной термопластиками и холодными пластиками с толщиной нанесения 1,5 мм и более, штучными формами и полимерными лентами - не менее трех месяцев эксплуатации.

Плотность материалов для дорожной разметки должна соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Материал	Плотность, г/см <sup>3</sup> , не менее
Краска (эмаль)	1,50
Термопластик	1,85
Холодный пластик	1,65

При дальнейшей эксплуатации горизонтальной разметки в течение срока обеспечения функциональной долговечности допускается снижение значений коэффициента яркости, удельных коэффициентов

световозвращения при сухом покрытии RL и при мокром покрытии RW и удельного коэффициента светоотражения при диффузном дневном или искусственном освещении Qd, приведенных в таблицах 3 - 6, не более чем на 25%. Соблюдение технологии нанесения разметки. Стоимость горизонтальной дорожной разметки из полимерных лент является весьма высокой и превышает стоимость разметки, выполненной холодным пластиком, что является основным ее недостатком.

Ниже представлены основные характеристики компонентов разметки, требования, предъявляемые к ним, а также примеры машин и механизмов для выполнения работ по нанесению дорожной разметки.

#### **Библиографический список:**

1. ГОСТ Р 53172-2008 «Изделия для дорожной разметки. Микростеклошарики. Технические требования».
2. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Правила применения: СТБ 1520-2008. - Введ. 30.05.2008. - Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. - 20 с.
3. Пугин К.Г., Юшков В.С. Современные материалы нанесения дорожной разметки // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы функционирования систем транспорта». – Тюмень, 2010. – С. 275–278.

*Barlit O.B. Road marking materials*

**УДК 625.096(075.8)**

## **УТОЧНЕНИЕ ЧАСТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ АВАРИЙНОСТИ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ СИРИИ**

Отман С. (аспирант)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. С.С. Близниченко

*Кубанский государственный технологический университет*

Изложены результаты исследований по изучению условий безопасности движения на автомобильных дорогах и уточнению значений некоторых частных коэффициентов аварийности применительно к дорожным условиям Сирийской Арабской Республики.

The results of studies on the study of traffic safety conditions on highways and the clarification of the values of some particular accident coefficients in relation to the road conditions of the Syrian Arab Republic are presented.

В течение почти полутора веков одной из наиболее острых проблем современности во всем мире является проблема аварийности на автомобильных дорогах. Начиная с 1930 года пути повышения безопасности дорожного движения исследуются в разных странах мира различными научными

центрами. С 1960 года интенсивно ведутся такие разработки и в России. За прошедший период времени учеными нашей страны были предложены различные методы решения данной проблемы, в том числе разработаны несколько методов прогнозирования уровня аварийности на дорогах. Среди них особенно выделяются методы коэффициентов аварийности и коэффициентов безопасности, предложенные учеными Московского автомобильно-дорожного института (технического университета) (МАДИ). Использование указанных методов на практике доказало их большую эффективность в выявлении потенциально опасных мест на дорогах. В данной статье рассматриваются результаты научных исследований по повышению безопасности движения на автомобильных дорогах и уточнению значений некоторых частных коэффициентов аварийности применительно к дорожным условиям Сирийской Арабской Республики.

Ставший уже классическим метод коэффициентов аварийности был разработан проф. В.Ф. Бабковым в начале 1960-х годов в основном для дорожных условий равнинной и слабопересеченной местности [1]. И, хотя, в дальнейшем неоднократно предпринимались попытки введения новых частных коэффициентов аварийности для дорожных условий предгорий, долин и перевалов, широкого распространения они не нашли. Между тем, потребность в уточнении перечня и значений частных коэффициентов аварийности все больше возрастала, по мере внедрения рассматриваемого метода в России и ряде зарубежных стран. Одной из таких стран является Сирийская Арабская Республика, на дорогах которой также наблюдается повышенная аварийность. С целью разработки рекомендаций по повышению безопасности дорожного движения нами были изучены дорожные условия в этой стране и собрана статистика дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за период с 2004 по 2018 годы [7].

Одной первоочередных задач исследований явилось уточнение численных значений некоторых частных коэффициентов аварийности, характерных для дорожных условий Сирийской Арабской Республики. В частности, были уточнены значения частных коэффициентов аварийности, отражающих влияние на безопасность движения таких факторов дорожных условий, как интенсивность движения, ширина проезжей части дороги и обочин. При этом учитывались аналогичные разработки одного из авторов данной статьи, предложенные для условий Кубани [2-6].

Уточнение численных значений некоторых частных коэффициентов аварийности применительно к дорожным условиям Сирийской Арабской Республики, было обусловлено необходимостью учета менталитета населения страны, влияние автомобилизации на традиционный уклад жизни народа, уровень образования большинства жителей, навыки вождения транспортных средств местных водителей.

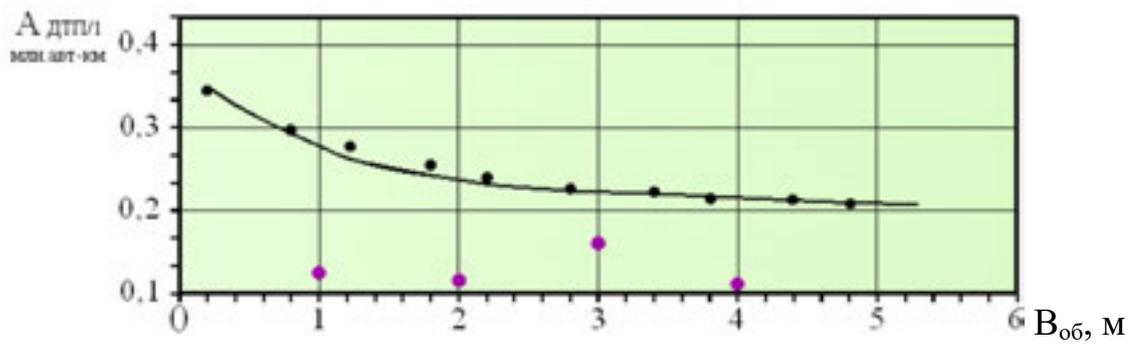


Рис. 1. Зависимость относительной аварийности от ширины обочины:

● - данные авторов; ● - данные В.В. Чванова

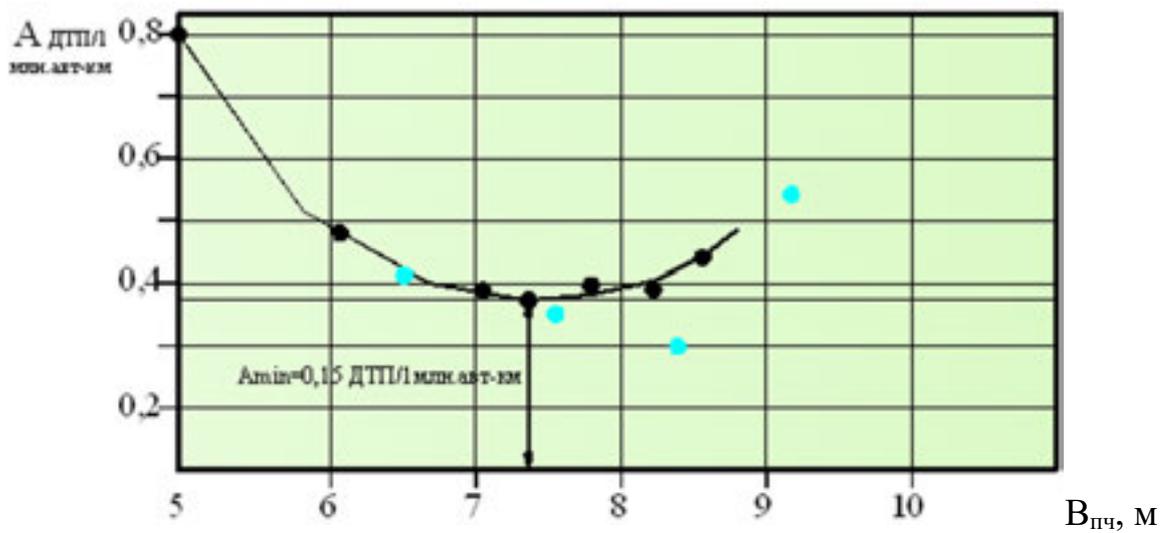


Рис. 2. Зависимость относительной аварийности от ширины проезжей части. Обозначения см. на рис. 1.

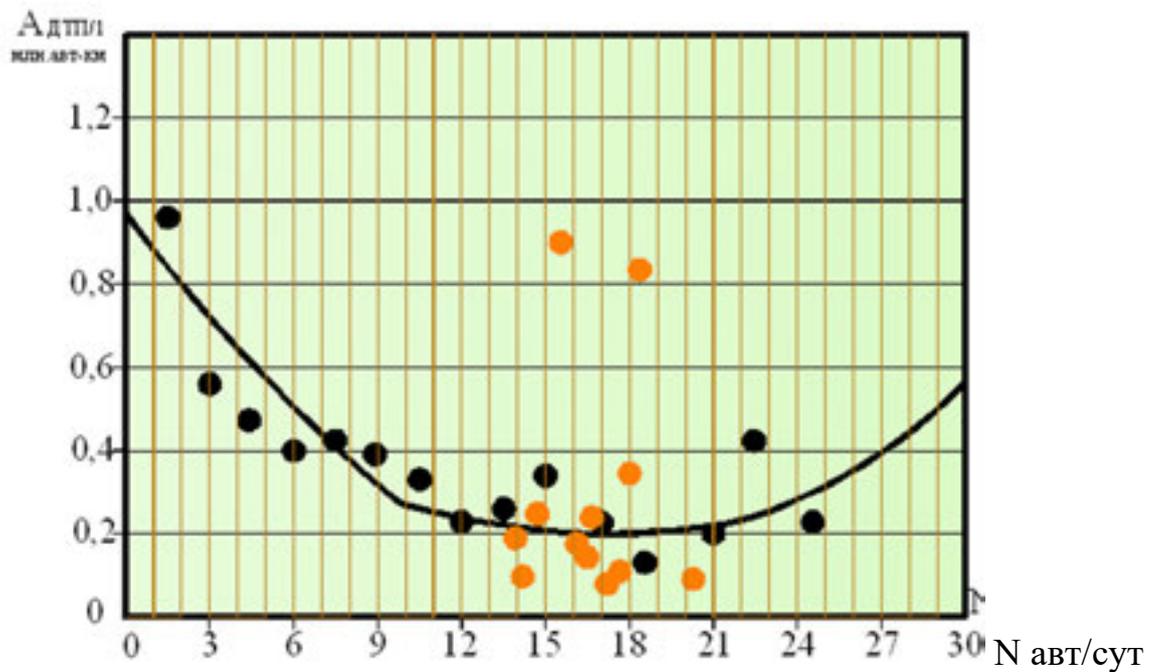


Рис. 3. Зависимость относительной аварийности от интенсивности дорожного движения. Обозначения см. на рис. 1.

Анализ графика зависимости относительной аварийности от ширины обочины, представленного на рис. 1, показал, что в отличие от данных кандидата технических наук В.В. Чванова, полученные им для условий Российской Федерации [8], данные авторов располагаются значительно ниже. Такое различие в расположении точек, обозначающих уровень относительной аварийности для указанного фактора дорожных условий, несомненно, обусловлено существенным различием менталитета населения обеих стран, разным влиянием автомобилизации на традиционный уклад жизни обоих народов, разницей в уровнях образования большинства жителей указанных стран и навыках вождения транспортных средств российских и сирийских водителей.

Аналогичный анализ графика зависимости относительной аварийности от ширины проезжей части, представленного на рис. 2, выявил несущественное различие данных В.В. Чванова и данных авторов. В данном конкретном случае такое различие в расположении точек, обозначающих уровень относительной аварийности для указанного фактора дорожных условий, по всей видимости, обусловлено различием в манерах вождения транспортных средств российскими и сирийскими водителями.

И наконец, аналогичный анализ графика зависимости относительной аварийности от интенсивности дорожного движения, представленного на рис. 3 выявил, достаточно тесную корреляцию данных В.В. Чванова и данных авторов.

Все это позволило с достаточной достоверностью уточнить численные значения частных коэффициентов относительной аварийности для указанных факторов дорожных условий в Сирийской Арабской Республики.

Таблица 1

Значения частного коэффициента аварийности  
по фактору дорожных условий «интенсивность движения»

№ п/п	Интенсивность движения, тыс. авт/сут	Значение коэффициента относительного риска ДТП для двухполосных дорог, в долях ед.		
		По данным Чванова В.В.	По данным Бабкова В.Ф.	По данным автора
1	0,5	---	0,4	---
2	3	1,26	0,76	1,6
3	5	1,0	1,0	1,3
4	6	---	---	1,14
5	7	---	---	1
6	10	0,57	1,75	0,61
7	11	0,50	1,80	0,57
8	13	---	---	0,38
9	15	0,30	1,0	0,48
10	16	---	---	0,41
11	17	---	---	0,34
12	18	---	---	0,66
13	20	0,49	0,60	0,48
14	25	0,70	---	0,71

Таблица 2

Значения частного коэффициента аварийности  
по фактору дорожных условий «ширина проезжей части дороги»

№ п/п	Ширина проезжей части, м	Значение коэффициента относительного риска ДТП для двухполосных дорог, в долях ед.		
		По данным Чванова В.В.	По данным Бабкова В.Ф.	По данным автора
1	4,5	---	2,2	---
2	5	2,10	1,6	1,8
3	6	1,36	1,35	0,88
4	7	1,0	1,00	0,71
5	7,5	---	---	0,56
6	8	0,90	0,85	0,45
7	9	1,15	0,80	0,97
8	10,5	1,90	0,70	---

Таблица 3

Значения частного коэффициента аварийности  
по фактору дорожных условий «ширина обочины дороги»

№ п/п	Ширина обочин, м	Значение коэффициента относительного риска ДТП для двухполосных дорог, в долях ед.		
		По данным Чванова В.В.	По данным Бабкова В.Ф.	По данным автора
1	0,5	1,6	2,2	---
2	1	1,3	1,7	0,28
3	1,5	1,2	1,4	---
4	2	1,1	1,2	0,26
5	2,5	1,05	1,1	---
6	3	1,0	1,0	0,36
7	3,5	0,95	---	0,37
8	4	0,93	---	0,22

Уточненные значения вышеуказанных частных коэффициентов аварийности для дорожных условий Сирийской Арабской Республики представлены в следующей таблице.

Таблица 4

Значения частных коэффициентов аварийности

1.	Интенсивность движения, тысяч авт/сут	2	3	5	7	8
	Коэффициент аварийности	0,8	1,0	1,5	1,9	2,4
2.	Ширина проезжей части, м	5	6	7	8	9
	Коэффициент аварийности	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0
3.	Ширина обочины, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Коэффициент аварийности	2,4	1,8	1,6	1,3	1,0

Указанные значения частных коэффициентов аварийности в некоторых случаях значительно отличаются от значений, приведенных в книге проф. В.Ф. Бабкова [1]. Это может быть вызвано тем, что, с одной стороны, имеются существенные отличия в правилах учета ДТП в России и Сирии, а с другой – в поведении участников дорожного движения в сложных дорожно-транспортных ситуациях. Тем не менее, уточненные нами значения частных коэффициентов, позволяют существенно улучшить прогноз уровня аварийности на сирийских дорогах.

#### Библиографический список:

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. 271с.
2. Близниченко С.С. Теоретические основы уточнения метода коэффициентов аварийности // "Строительство-2013". Строительство. Дороги. Транспорт: материалы Международной научно-практической конференции. - Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. С. 23-25.
3. Близниченко С.С. Теоретические основы совершенствования метода коэффициентов аварийности //Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. Т. 2. С. 316-320.
4. Близниченко С.С., Крапивина Е.А., Оветченко А.Р. Уточнение значений некоторых частных коэффициентов аварийности//Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. Т. 2. С. 321-326.
5. Близниченко С.С. Оценка условий безопасности движения с помощью уточненного метода коэффициентов аварийности // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т. 3. С. 30-36.
6. Близниченко С.С. Совершенствование метода коэффициентов аварийности // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: Организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения: Материалы 1X междунар. заочн. науч.-техн. конф. 31 октября 2013 г., - Пенза: ПГУАС, 2013. С. 26-31.
7. Близниченко С.С., Отман С. Дорожные условия и безопасность движения в Сирии// В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса. Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 333-341.
8. Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. – М.: Издательский Дом «ИНФА-М», 2010. 415 с.

*Отман С., Bliznichenko S.S. Clarification of partial accident rates for road conditions in Syria*

*УДК 656.11 / .051*

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА УЛ. ГОЛУБИНСКАЯ – УЛ.  
НОВОРОССИЙСКАЯ – УЛ. БАЛОНИНА Г. ВОЛГОГРАДА**

Смоляков М.В. (гр. АТ-314)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Санжапов Р.Р.

*Волгоградский государственный технический университет*

В связи постоянно растущим уровнем автомобилизации и с ростом интенсивности дорожного движения в Волгограде наблюдается общее ухудшение безопасности движения, значительное снижение средних скоростей движения, возникновение заторовых ситуаций, увеличение аварийности. Существует несколько способов решения этой проблемы. В данной статье рассмотрен метод повышения безопасности движения путём организации канализованного движения на примере одного из транспортных узлов Волгограда.

Due to the constantly increasing level of motorization and with the growth of traffic intensity in Volgograd there is a general deterioration of traffic safety, a significant decrease in average speeds, the occurrence of traffic congestion, increased accident rate. There are several ways to solve this problem. This article considers the method of improving traffic safety by organizing canalized traffic on the example of one of the transport hubs of Volgograd.

В практике организации движения один из наиболее популярных приёмов повышения безопасности движения является – "успокоение движения", сочетающее технические и архитектурно - планировочные решения.

Этот вид мероприятий сравнительно редко рассматривался в российской градостроительной литературе и также сравнительно редко применялся. В настоящее время успокоение движения как метод организации движения получил достаточно широкое распространение.

Согласно определению Института транспортных инженеров (ИТЕ), успокоение движения является: “комбинацией физических мер, которые уменьшают негативный эффект использования автомобилей и улучшают условия для других пользователей улицы”.

Успокоение движения применяют как средство перераспределения транспортных потоков на улично-дорожной сети (УДС). Важно отметить, что применение зон успокоения и зон ограничения скорости движения предполагает, что обслуживание транспортных потоков начинает осуществляться другими участками и элементами УДС. Исследования эффективности указанных мероприятий показывают, что применение успокоения движения может давать снижение аварийности до двух раз. При этом не было отмечено ни одного случая роста количества ДТП после введения.

Успокоение движения достигается как изменениями УДС, так и техническими мероприятиями по организации движения.

В рамках настоящего исследования автором было применено, как средство успокоения движения, канализирование и разделение полос движения

транспортных средств на примере транспортного узла ул.Голубинская – ул.Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда (см. Рис.1-2).



Рис. 1. Транспортный узел ул.Голубинская – ул.Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда

Рассматриваемый участок УДС – транспортный узел улиц Новороссийской, им. Михаила Балонина и Голубинской в Центральном районе города Волгограда. Здесь расположено большое количество многоэтажной жилой застройки, также рядом находится стадион «Динамо». С южной стороны от остальной части города участок отделен трамвайными и железнодорожными путями.

Ул. Новороссийская от ул. Кубанской до ул. Голубинской является магистральной улицей районного значения группы Б (транспортно-пешеходная). Находится в Центральном районе. Данный участок имеет протяженность в 350 м. Улица довольно оживленная, здесь находятся рынок, поликлиника, различные магазины и множество жилых зданий.

Ул. Голубинская (от ул. Глубокоовражной до ул. им. Рокоссовского) является магистральной улицей районного значения группы Б (транспортно-пешеходная). Находится в Центральном районе. Данный участок имеет протяженность в 591 м.

Ул. им. Михаила Балонина (от автовокзала до ул. Голубинской) является магистральной улицей районного значения группы Б (транспортно-пешеходная). Находится в Центральном районе. Данный участок имеет протяженность в 1313 м.

Характеристика и анализ основных конструктивных параметров транспортного узла (см. Рис.3).

Тип покрытия проезжей части всех трех улицах – асфальтобетон.

Геометрические параметры дорог на исследуемом перекрестке

Параметры	Новороссийская	Им. Михаила Балонина	Голубинская
Количество полос, шт.	4	2	3
Ширина проезжей части, м	48 (на пересечении)	7,5	12
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75

Движение по ул. Новороссийской осуществляется в прямом и обратном направлениях. По ул. им. Михаила Балонина и Голубинской одностороннее движение, направленное в сторону автовокзала.

Пересечение с дорогами и улицами других категорий осуществляется в одном уровне. Пешеходные переходы устраиваются в одном уровне проезжей части.

На исследуемом участке есть пешеходный светофор, регулирующий движение транспортного потока и пешеходов, переходящих через ул. им. Михаила Балонина.

Пешеходное движение организовано по тротуарам.

Искусственное освещение присутствует на всей протяженности исследуемого участка.

Искусственные неровности отсутствуют в пределах выбранного участка.



Рис. 2. Ситуационный план транспортного узла ул. Голубинская – ул. Новороссийская – ул. Балонина

В рамках проведения ситуационного анализа транспортного узла произведена оценка сложности перекрёстка (см. Рис. 3-4).

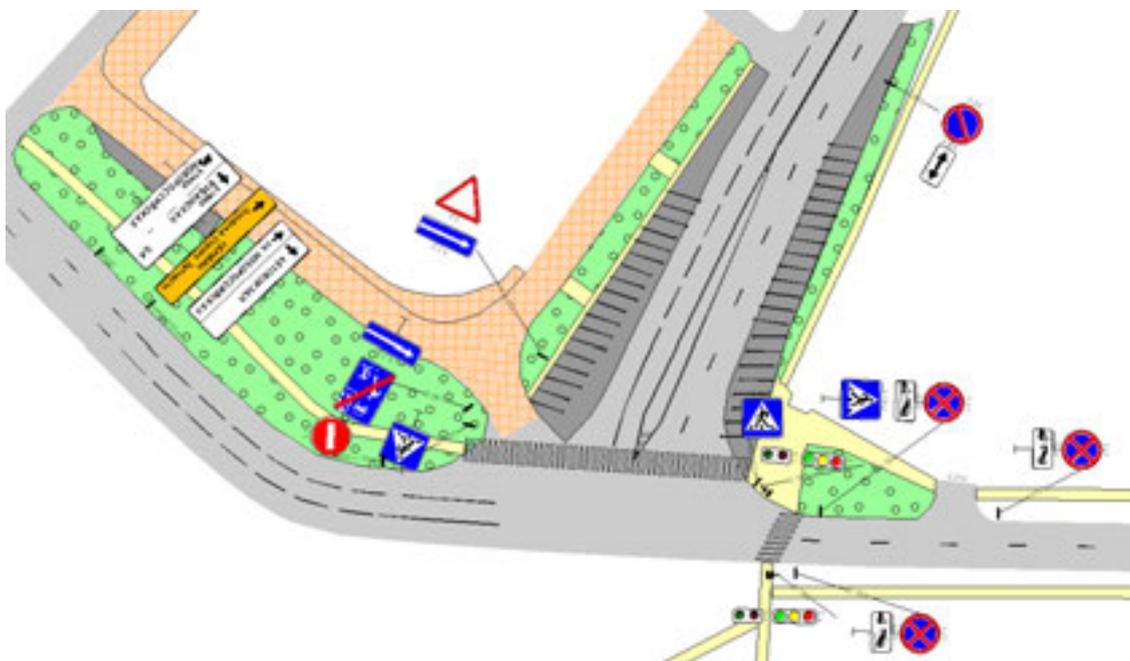


Рис. 3. Схема ОДД транспортного узла ул. Голубинская – ул. Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда

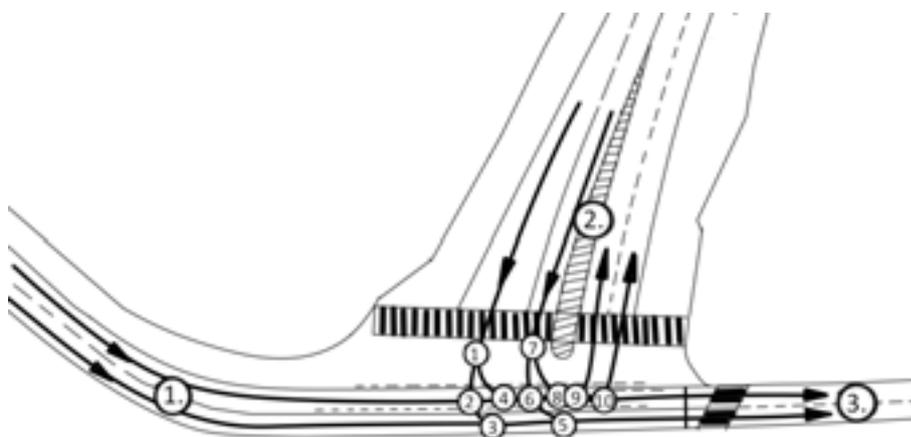


Рис. 4. Конфликтные точки на существующей схеме движения

Расчет сложности транспортного узла

$$K_{\text{сл}} = K_p * n_p + K_c * n_c + K_{\text{п}} * n_{\text{п}}$$

$n_p = 4$  – количество точек разделения потоков;

$n_c = 4$  – количество точек слияния потоков;

$n_{\text{п}} = 2$  – количество точек пересечения потоков.

$$K_{\text{сл}} = 1 * 4 + 3 * 4 + 5 * 2 = 26$$

Тем не менее «простота» перекрёстка кажущаяся и обманчива. Транспортный узел достаточно коварен и сложность пересечения перекрёстка определяется:

- высокой интенсивностью движения в основных направлениях: Голубинская – Балонина и Голубинская – Новороссийская;
- отсутствие на перекрёстке узла светофорного регулирования («нерегулируемостью» транспортного узла светофорным объектом);
- высокой скоростью движения транспортных средств с подхода направления: Голубинская – Балонина;
- наличием пересечения (конфликта) транспортного и пешеходных потоков в одном уровне;
- отсутствием «островка безопасности» при имеющейся значительной ширине проезжей части;
- «стихийной» и с нарушением ПДД стоянки транспортных средств (в два...три...четыре ряда);
- непосредственно на перекрёсток осуществляется выезд с жилой зоны прилегающих домов по ул. Новороссийская («с жилой зоны»);
- излишняя площадь транспортного узла создает предпосылки хаотического движения, распространения зон конфликтных точек;
- субъективной возможностью движения транспортных средств с нарушением ПДД.

В рамках проектного решения использование канализирования движения как метода успокоения движения предполагает как, разделение встречных потоков, чтобы ликвидировать самые опасные конфликтные точки, так и разделение движения по полосам попутного направления.

Продольная разметка проезжей части позволяет упорядочить движение, сформировать ряды, что способствует повышению общей пропускной способности дороги и безопасности движения.

Одним из средств канализирования движения является устройство разделительных полос на пересечении с установкой на них ограждений. Для выделения полос основным средством является дорожная разметка и бордюрные ограждения. В ходе разработки проектного решения было решено установить бордюрные ограждения по левому краю проезжей части перед пересечением по улице Голубинская и так же бордюрного ограждения по левому краю проезжей части сразу за пересечением по улице Балонина (см. по схеме Рис. 5).

Установить приподнятый островок безопасности на пешеходном переходе через ул. Новороссийская. Благодаря этому создается канализованное пересечение, то есть пересечение в одном уровне с выделенными с помощью разделительных островков полосами для различных направлений движения транспортных потоков (см. по схеме Рис. 5). Движение на перекрестке становится более информационно понятным и безопасным. Также такое решение позволяет физически исключить возможность паркования автомобилей в границе транспортного узла.

Канализирование движения в зоне узла сокращает число и опасность конфликтных точек за счёт направления автомобильных и пешеходных потоков по наиболее благоприятной и безопасной траектории. Канализирование движения облегчает ориентировку и повышает четкость взаимодействия водителей по конфигурации пересечения и уменьшение излишней площади транспортного узла снижает возможность хаотического движения, распространения зон конфликтных точек. Введение возвышающихся островков, улучшает видимость для водителей, особенно при загрязнении дороги или снеговом покрове.



Рис. 5. Пример проектного решения со схемой ОДД транспортного узла ул. Голубинская – ул. Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда

Сокращение расстояния пешеходного перехода за счёт островка безопасности и исключения проезда и остановки транспортных средств за пределами проезжей части в близости от пешеходного перехода. Так на существующей схеме дорожного движения длина перехода составляет 48 метров, а по проектному решению пешеходный переход составит 15 метров. В результате проектного мероприятия улучшается видимость на перекрестке как для пешеходов, так и для автомобилистов за счет исключения стоянки ТС.

В результате проектирования обеспечения каналов – снижается количество конфликтных точек (см. Рис.6).

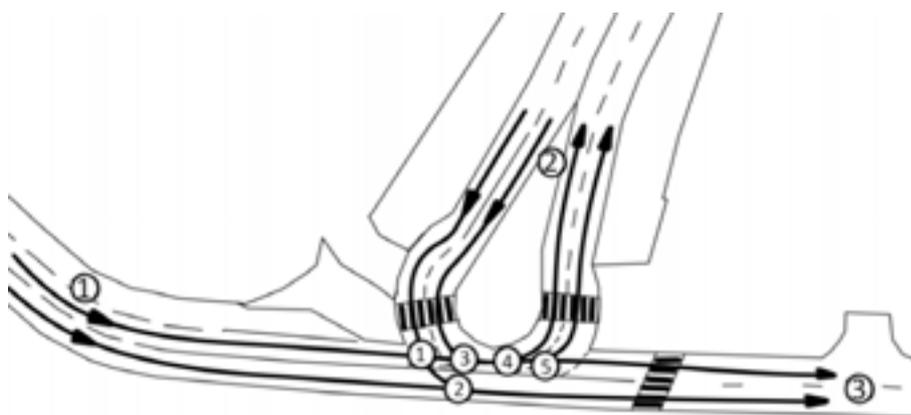


Рис. 6. Конфликтные точки на проектном решении со схемой ОДД транспортного узла ул. Голубинская – ул. Новороссийская – ул. Балонина г. Волгограда

Сложность транспортного узла проектного решения:

$$K_{сл} = K_p * n_p + K_c * n_c + K_n * n_n = 11$$

Благодаря искривлению проезжей части физическими преградами водители транспортных средств будут снижать скорость.

В результате проектного решения канализированием движения решены следующие задачи:

- разделение попутных и встречных транспортных потоков;
- резервирование избыточной ширины проезжей части;
- обеспечение правильного исходного и конечного положения автомобилей при выполнении маневра на узле, что обуславливает движение по наиболее безопасной траектории;
- выделение (обособление) и сокращение путей для движения пешеходов;
- защита пешеходов на транспортном узле;
- принудительное снижение скорости автомобилей на входе в транспортный узел за счет сужения полосы проезжей части.

Разработанная система маршрутного ориентирования помогает водителям четко ориентироваться и избегать ошибок в выборе направления движения.

#### Библиографический список:

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. - М.: Транспорт, 1993. - 271 стр.

2. Блинкин, М. Я. Почему этот город едет? / М.Я.Блинкин , С. Э. Гордеев / <http://polit.ru/article/2008/10/24/curitiba/>.
3. Бутузова (Куприянова) А.Б., Лыткина А.А. Технические и планировочные приемы успокоения движения // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 6 (89). С. 138-142.
4. Вол М. Анализ транспортных систем: пер. с англ. / М. Вол, Б. Мартин. - М.: Транспорт, 1989. - 514 стр.
5. Вукан, В. Р. Транспорт в городах, удобных для жизни = Transportation for Livable Cities. / под.ред. М. Блинкина. – Издательский дом «Территория будущего», 2011. – 576 с.
6. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации движения. Методы «успокоения движения» / Методическое руководство по организации дорожного движения. МинТранс РФ, - М.: 2017.-75с
7. Пугачёв И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах: учеб. пособие /И.Н. Пугачёв. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. - 196 стр.
8. Справочник по безопасности дорожного движения: обзор мероприятий по безопасности дорожного движения / [Р. Эльвик, А. Боргер, Э. Эствик, Т. Ваа; пер. [с норв.] под рук. У. Агаповой; Ин-т экономики транспорта (Осло)]. - Осло ; Копенгаген, 1996. - 646 стр.
9. Федеральный закон от 29.12.04. № 190-ФЗ "Градостроительный кодекс Российской Федерации"

*Smolyakov M.V. Improvement of traffic safety of the traffic hub Golubinskaya street - Novorosskaya street - Balonina street in Volgograd*

**УДК 656.08**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДТП**

Топчиева Д.С. (гр. КБТ-1-20), Добровольская А.Р. (гр. КБТ-1-20)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Артемова С.Г.

*Волгоградский государственный технический университет  
Институт архитектуры и строительства*

В статье исследуются факторы риска при дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), рассматриваются группы показателей риска. Исследование факторов, влияющих на безопасность дорожного движения, является основой для выработки управляющих воздействий.

The article examines risk factors in road traffic accidents (RTA), considers groups of risk indicators. The study of factors affecting road safety is the basis for the development of control actions.

Безопасность дорожного движения связана со многими факторами, среди которых природно-климатические условия, состояние дорожного полотна, техническое состояние автотранспортных средств (АТС), стиль вождения (рис. 1) [1].

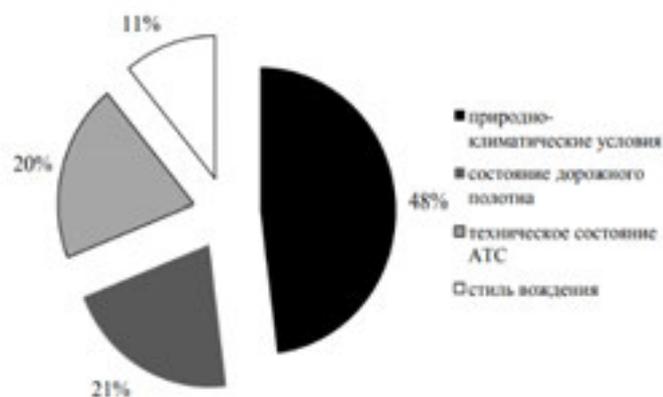


Рис. 1. Факторы, влияющие на безопасность дорожного движения

Для снижения показателя аварийности каждый фактор необходимо постоянно модернизировать или уметь эффективно с ними бороться [3]. Например, незамедлительная уборка осадков в виде снега вместо существующего метода применения соли и реагентов. Строительство дорог, замена покрытия на дорогах, а также ремонт дорожного полотна проводят ежегодно, но качество проводимых работ и (или) применяемых материалов оставляет много вопросов. Как показывает практика, показатель аварийности удаётся снизить решением только совокупности факторов [1].

Общеизвестно, что обстановка на дороге, в том числе и показатель аварийности, в основном зависит от природно-климатических условий [1]. Состояние дорожного полотна, как в пределах города, так и на междугородних направлениях не соответствует нормативным показателям. Протяжённость неудовлетворительного дорожного полотна вырастает в несколько раз в связи с перепадами среднесуточной температуры. Поэтому весенне-осенний период сопровождается увеличением количества отказов узлов и агрегатов автомобилей, в частности элементов подвески, колёс [1].

К техническому состоянию АТС отнесём, в первую очередь, исправность тормозной системы, системы управления, а также световых, сигнальных приборов [3].

Смена сезона также чревата увеличением количества ДТП, поскольку сцепление колеса с дорогой ухудшается и, соответственно, коэффициент продольного сцепления уменьшается.

Работ различной направленности, посвященных рассмотрению факторов, влияющих на вероятность дорожно-транспортных происшествий, достаточно много. Данная проблема становится все актуальнее с увеличением численности населения и уровнем автомобилизации, а также ростом подвижности самого населения. Работы, в которых приводится перечень самих факторов и их анализ, относятся к различным областям наук: медицинских, технических, экономических, социальных и т. д. Ввиду этого можно сделать вывод, что данная проблема не относится к какой-то отдельной области наук, а представляет комплексный интерес.

Факторы, влияющие на вероятность возникновения ДТП, можно разделить на две группы: 1) объективные (конструктивные параметры и

состояние дороги, техническое состояние транспорта, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования, погодные условия, время года и т. д.) и 2) субъективные (состояние участников дорожного движения, нарушение установленных правил водителями и пешеходами) [4]

По данным ГИБДД был построен график ДТП по Волгоградской области [2].



Рис. 2. Дорожно транспортные происшествия по Волгоградской области

При анализе графика, достаточно большое количество происшествий произошло за период март 2022 - февраль 2023. Если верить статистике возникновения ДТП, можно сделать вывод, что избежать его в подавляющем большинстве случаев можно.

Дорожно-транспортные происшествия чаще всего происходят из-за невнимательности водителей или пешеходов. Нарушая правила дорожного движения, пешеход или водитель даже не подозревает о том, что от них зависит жизнь и безопасность. Если граждане будут следить за своим поведением на дорогах, то в нашем районе уменьшится количество нарушений правил дорожного движения и дорожно-транспортных происшествий.

Необходимо и дальше совершенствовать дорожную инфраструктуру и вкладывать больше средств, проводить регламентные проверки качества дорог, поскольку речь идёт о безопасности людей. Повышение уровня качества дорог, технического состояния автотранспортных средств, знаний правил дорожного движения помогут снизить смертность на дорогах страны в целом.

#### Библиографический список:

1. Булатов С.В. Определение факторов влияния на вероятность возникновения ДТП [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru>
2. Госавтоинспекция: официальный сайт. -URL: <http://stat.gibdd.ru>
3. Организация и безопасность движения. [Электронный ресурс] - URL: <https://road-traffic-safety.blogspot.com>
4. Сорокин А.А. Анализ факторов, влияющих на дорожно-транспортные происшествия. Вестник Северо-Кавказского федерального университета.

***Topchieva D.S., Dobrovolskaya A.R. Determination of factors influencing the probability of an traffic accident***

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**УДК 536.52:629.3.017**

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ**

Ежов В.И. (гр. ТЭРА-1Н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Захаров Е.А.

*Волгоградский государственный технический университет*

Автомобиль как средство повышенной опасности нуждается в периодической диагностике его узлов и деталей. Важным параметром эффективности диагностики на предприятиях автомобильного транспорта является время осмотра при сохранении качественных показателей. Данную проблему позволяют решить методы неразрушающего контроля, одним из которых является тепловой контроль. В данной работе проведён анализ целесообразности применения тепловизора как средства теплового контроля при диагностике тормозной системы автомобиля.

A car as a mechanism of increased danger needs periodic diagnostics of its components and parts. An important parameter for the effectiveness of diagnostics at automobile enterprises is the inspection time while maintaining quality indicators. This problem can be solved by non-destructive testing methods, one of which is thermal testing. In this article, the analysis of the feasibility of using a thermal imager in the diagnosis of the braking system of a car is carried out.

Важнейшей проблемой автомобильного транспорта является сохранение и повышение эксплуатационной надёжности автомобилей [1]. Автомобиль имеет множество диагностических параметров, которые нужно своевременно контролировать. Методами контроля, а также способами поддержания исправного состояния колёсного транспорта занимается такая область практической деятельности, как техническая эксплуатация автомобилей [1].

В современной системе технической эксплуатации автомобилей для повышения эффективности главная роль отдаётся трудоёмкости и затратам времени на выполнение технологических операций по обслуживанию автомобиля.

На этапе диагностики автомобиля важно сократить время на выполнение разборочно-сборочных работ, а также на поиск неисправностей агрегатов или конкретных деталей. Данным требованиям отвечают методы неразрушающего контроля. Одним из таких методов является тепловой контроль.

Средствами теплового контроля могут быть пирометры, а также портативные тепловизоры, позволяющие выявить, не прибегая к контакту с исследуемой поверхностью, температурные аномалии и термические процессы, которые невозможно определить органолептическим методом. [2]

На данный момент широкое применение получают компактные тепловизионные камеры среднего ценового сегмента, доступные широкому

потребителю. Такие тепловизоры могут себе позволить даже малые сервисные предприятия, обслуживающие автомобили.

Использование тепловизора при диагностике имеет ряд преимуществ:

- Возможность получения термограмм при любых режимах работы автомобиля;
- Возможность произвести оперативный анализ термического состояния исследуемой поверхности;
- Визуализация процесса по средствам цветовых преобразований полей инфракрасного излучения;
- Проведение диагностики, исключая контакт с исследуемой поверхностью.

Недостатком можно считать ограниченность применения теплового контроля конструкцией автомобиля.

На этапе диагностики тепловому контролю могут подвергаться такие системы автомобиля, как: система выпуска отработавших газов, система охлаждения двигателя, автомобильная климатическая установка, тормозная система автомобиля, отдельные детали ходовой части автомобиля, система электроснабжения автомобиля.

На кафедре «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» Волгоградского государственного технического университета проводились исследования усовершенствования диагностики промышленных машин, а также систем и элементов автомобилей. Так, был произведён анализ возможности применения тепловизора для диагностики деталей автомобильной климатической установки. На рисунке 1 представлены, полученные в работе «Совершенствование диагностирования технического состояния автомобильных климатических установок», термограммы. [3] В работе была продемонстрирована взаимосвязь между неисправностями климатической установки и температурным состоянием отдельных деталей.

Было принято решение продолжить исследование возможности применения тепловизора для диагностики систем автомобиля. Объектом исследования была выбрана тормозная система легковых автомобилей.

Одними из самых термонагруженных деталей тормозной системы являются тормозной диск и тормозные колодки. Тепловое состояние тормозного диска напрямую влияет на безопасность участников дорожного движения, например, его значительный перегрев может привести к закипанию тормозной жидкости и ухудшению тормозных свойств автомобиля.

Для апробации теплового метода контроля, а также проверки приведённых преимуществ и недостатков был использован тепловизор testo 881 [4].

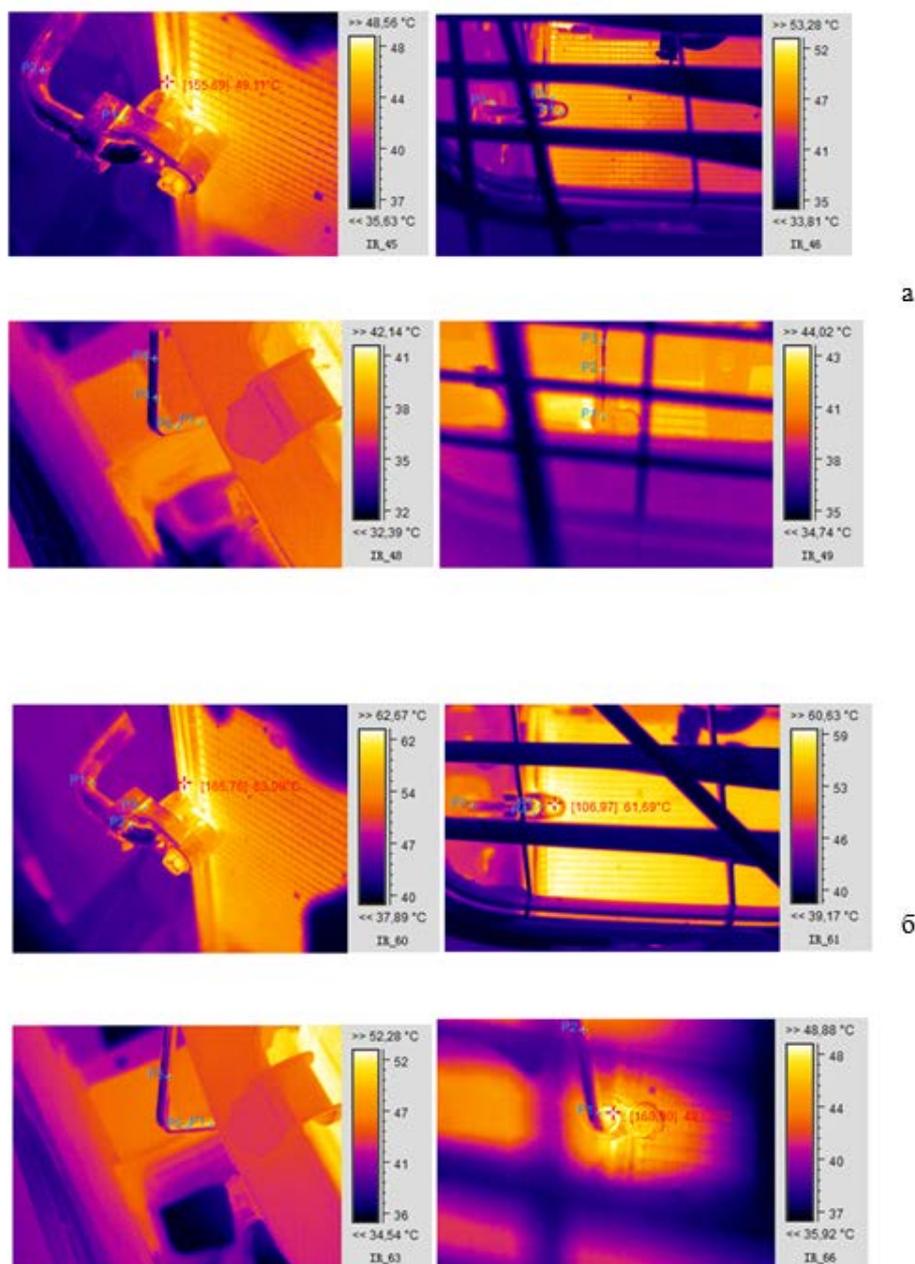


Рис. 1. Термограммы АКУ

Для проведения эксперимента, было отобрано два автомобиля. На этапе отбора был выявлен недостаток, а именно невозможность в полной мере произвести осмотр тормозного механизма, закрытого штампованным диском.

Исследование теплового состояния тормозного механизма первого автомобиля проводилось с использованием элементов методики, изложенной в стандарте ЕЭК ООН №13 (ГОСТ Р 41.13-2007). [5] Для этого автомобиль разгонялся до скорости, равной 30% от максимальной. В качестве упрощения, скорость автомобиля во всех испытаниях была принята равной 60 км/ч. После достижения данной скорости автомобиль производил торможение до полной остановки. Далее производилась фиксация термограмм разогретых передних тормозных дисков. Анализ полученных результатов производился

при помощи программного обеспечения IRSoft, позволяющего преобразовать полученные точечные изображения в удобный для анализа спектр температур. [6] Однако, в условиях проведения диагностики, к примеру, на постах предприятий автомобильного транспорта, функционал тепловизора позволяет производить анализ, не отходя от исследуемого объекта, выводя на экран тепловизора курсор с указанием температуры в конкретной точке и спектром температур от самой холодной точки до самой горячей.

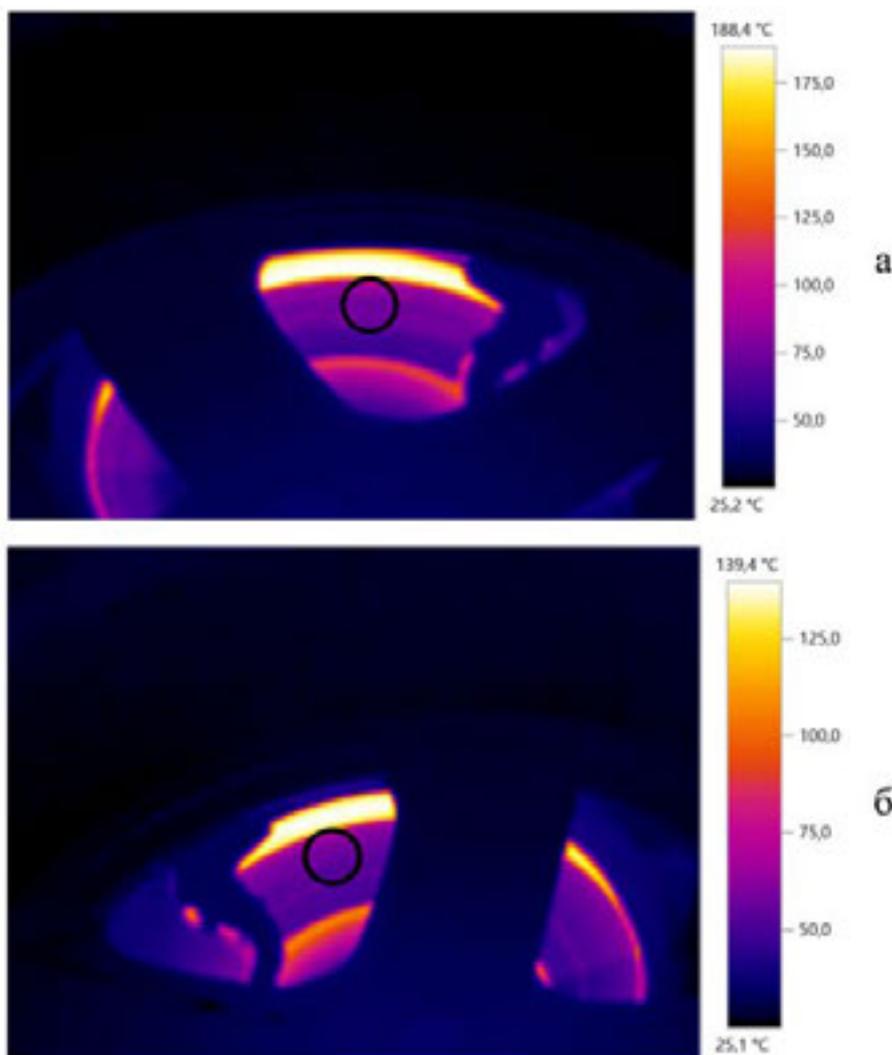


Рис. 2. Термограммы передних тормозных дисков первого автомобиля:  
а – правого; б – левого

Полученные термограммы при проведении первого испытания представлены на рисунке 2. Для проверки воспроизводимости результатов всего было произведено 10 испытаний.

Измерение средней температуры производилось в выделенной рабочей зоне тормозного диска. Результаты десяти измерений средней температуры рабочей области приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, значения средних температур схожи, что говорит о воспроизводимости результатов эксперимента, также на протяжении всех 10 испытаний проявляется отклонение средней температуры рабочей

области больше 15 °С. Данное отклонение говорит о несоответствии тормозного усилия на левом и правом тормозных дисках.

Таблица 1

Значения температуры тормозных дисков

Номер испытания	Среднее значение температуры рабочей области правого тормозного диска, °С	Среднее значение температуры рабочей области левого тормозного диска, °С	Отклонения средней температуры, °С
1	76,61	57,74	18,87
2	77,05	57,52	19,53
3	76,82	53,28	23,54
4	78,63	57,59	21,04
5	78,16	59,54	18,62
6	75,44	56,46	18,98
7	77,81	57,91	19,90
8	77,73	56,22	21,51
9	75,86	53,79	22,07
10	76,13	58,42	17,71

Причиной выявленного несоответствия может стать чрезмерный износ тормозных колодок вследствие их неправильной установки, либо недостаточное усилие тормозного цилиндра из-за попадания в систему воздуха.

Анализ теплового состояния тормозных дисков второго автомобиля проводился после движения в условиях городских магистралей.

Полученные термограммы представлены на рисунке 3. При анализе полученных термограмм были получены средние значения температуры рабочей области правого и левого тормозных дисков, равные 36,61 °С и 34,52 °С соответственно. Как видно из полученных значений, при полностью исправном тормозном механизме, отклонения значений средней температуры рабочей области минимальны.

На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что, не прибегая к операциям по снятию колеса и разборки-сборки тормозного механизма, метод теплового контроля позволяет получить исчерпывающую информацию о температурном состоянии тормозного диска, тем самым ускоряя процесс диагностики тормозного механизма и поиск неисправностей, которые невозможно определить органолептическим методом.

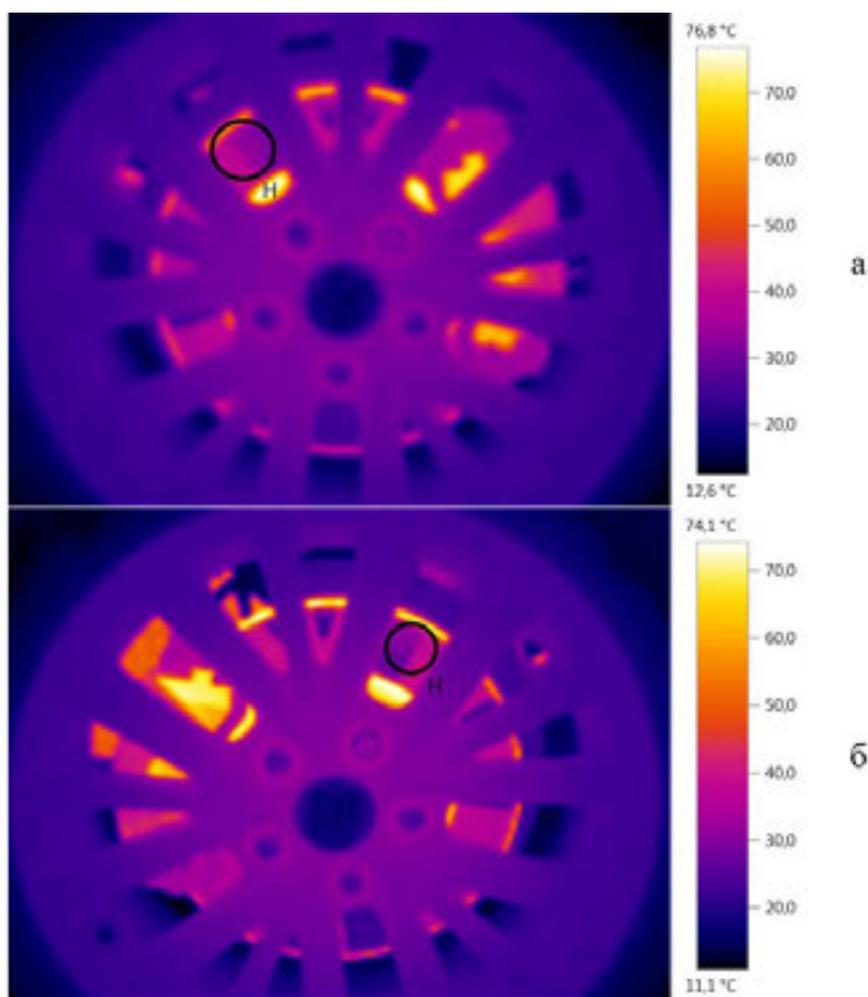


Рис. 3. Термограммы передних тормозных дисков второго автомобиля:  
а – правого; б – левого

Практическая реализация метода теплового контроля вполне возможна в условиях предприятий автомобильного транспорта с учётом развития рынка тепловизоров, доступных широкому кругу пользователей, однако реализация данного метода взаимосвязана с квалификацией работника, осуществляющего диагностику при помощи тепловизора.

#### Библиографический список:

1. Глущенко, А.А. Техническая эксплуатация автомобилей: учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета / А.А. Глущенко. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 232 с.
2. Нестерук, Д.А. Тепловой контроль и диагностика: учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня / Д.А. Нестерук, В.П. Вавилов. – Томск, 2007. – 104 с.
3. Совершенствование диагностирования технического состояния автомобильных климатических установок / Е. А. Захаров, И. Ю. Орлов, И. М. Титов, Ф. А. Трынов // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств : Сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции, Саратов, 18 апреля 2019 года. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2019. – С. 393-398.

4. Универсальный тепловизор с высоким разрешением изображения Testo 881-2. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://testoshop.ru/universalnyj-teplovizor-s-vysokim-razresheniem-izobrazheniya-testo-881-2> (Дата обращения 03.04.2023)

5. ГОСТ Р 41.13-2007. Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения – Введ. 01.01.2009. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068266> (Дата обращения 12.04.2023). – Текст: электронный.

6. Аналитическое программное обеспечение для ПК testo IRSoft. [электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.testo.ru/ru-RU/funkcii\\_i\\_tekhnologii/po\\_testo\\_irsoft](https://www.testo.ru/ru-RU/funkcii_i_tekhnologii/po_testo_irsoft) (Дата обращения 13.04.2023)

*Ezhov V.I. Researching of the possibility to use thermal control devices in the diagnosis of the car braking system*

**УДК 625.7/.8**

## **ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Сущек М.В.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет*

В статье рассматриваются принципы перехода и мощности промышленности в сфере дорожного хозяйства, которыми обладает Российская Федерация по состоянию на конец 2022 года; проанализированы нынешняя ситуация и планы на ближайшую перспективу.

The article discusses the principles of transition and industrial capacity in the field of road economy, which the Russian Federation has as of the end of 2022; analyzed the current situation and plans for the near future.

В 2022 году Россия столкнулась с проблемой замещения иностранных товаров и услуг. Многие каналы поставок и логистические цепочки были нарушены, а многие безвозвратно закрыты. Не осталась в стороне и дорожная отрасль. С отсутствием многих видов иностранной техники столкнулись предприятия дорожного хозяйства на рынке России, а та отечественная продукция, которая присутствует в продаже, в большинстве случаев не соответствует требуемым характеристикам. Вдобавок можно отметить, что из-за низкого объема производства стоимость оборудования получается выше, чем у аналогов из-за границы.

На сегодняшний день мы имеем разные сегменты, где присутствует различный запас производственных мощностей. Одну из наиболее критических ситуаций Россия имеет в секторе производства экскаваторов, где необходимо в ближайшее время увеличить в несколько раз те мощности, которые имеются в нашем распоряжении. Также необходимо практически с «нуля» создать производство таких сложных видов техники, как дорожные фрезы, стабилизаторы, ресайклеры. В то же время, есть сектора, где наша отечественная продукция представлена в размере более 80%, например, некоторые сегменты автокранов [1].

Существуют уже удачные примеры по наращиванию мощностей производства дорожно-строительной техники. Например, асфальтобетонные заводы ООО «Колокшанский АЗ» и ООО «Дробтехмаш», увеличили количество выпускаемой продукции за год в несколько раз, расширение производства открыло сотни рабочих мест и загрузило поставщиков сырья и комплектующих.

Внезапно вторую жизнь приобрел «Брянский торговый дом ИРМАШ», оставшийся единственным производителем асфальтоукладчиков в России. Текущая производительность завода – 15 асфальтоукладчиков в год, в недавнем времени завод выпустил новую опытную модель, которую уже успели протестировать на автодороге М-5 «Урал», а также при строительстве дальнего автодорожного подхода к Крымскому мосту. В процессе эксплуатации были сформированы предложения по повышению потребительских характеристик асфальтоукладчика. Руководство завода заверяет, что после доработки техники по полученным предложениям и помощи от государства в виде льготных кредитов на масштабирование производства, возможно расширение производительности до 300 асфальтоукладчиков в год [2].

В сфере производства дорожно-строительных материалов проблем не так много, но они всё же есть. Сырьё в России для всех видов продукции имеется, но вот что касается оборудования для производства, проблемы тут такие же, как и с техникой, отсутствие отечественных комплектующих и программного обеспечения для высокоточного оборудования в дальнейшем может стать серьёзной проблемой [3].

Также одной из ключевых проблем отрасли является вопрос подготовки специалистов для дорожно-строительного комплекса. Уже в течение десятков лет популяризация дорожных профессий не производилась. В итоге мы получаем низкий конкурс на профильные направления в высших учебных заведениях, а также скептическое отношение к профессии, благодаря устойчивому мнению о не лучшем качестве российских дорог [4].

Помимо популяризации можно отметить отставание содержания образовательных программ от современного уровня развития производства, а также недостаток квалифицированного профессорско-преподавательского состава, владеющего актуальной нормативно-правовой базой. Немаловажным фактором является участие дорожно-строительных организаций при подготовке молодых кадров. Их помощь в оснащении лабораторий современным оборудованием и приборами является приоритетной задачей.

Поэтому, для исправления ситуации, властям, учебным заведениям высшего и среднего образования, а также старожилам и специалистам отрасли предстоит проделать долгую и трудную работу по повышению компетенций специалистов и престижа дорожных профессий [4].

В общем и целом, хочется отметить, что на данный момент времени примерное соотношение отечественной и импортной техники по данным Федерального Дорожного Агентства «Росавтодор» составляет 30/70% [2]. И чтобы добиться конкурентоспособности, необходимо, во-первых, повысить качество выпускаемой техники, путем учета предложений по её усовершенствованию от пользователей. Во-вторых, постараться снизить стоимость продукции путем увеличения оборота и с помощью программ государственной поддержки производителей и пользователей. Ну и, в-третьих, начинать, конечно же, нужно с науки, с проведения исследований, разработки новых программных комплексов и механизмов, с подготовки высококвалифицированных кадров, которых необходимо мотивировать, в первую очередь, материально. И в конечном итоге мы сможем добиться повышения технологической безопасности России в целом и дорожно-строительной сферы в частности.

#### **Библиографический список:**

1. ДорИнфо. «Сделано в России: Импортозамещение дорожной техники и материалов». – 2022. [Электронный ресурс] – URL: [https://dorinfo.ru/99\\_detail.php?ELEMENT\\_ID=139346](https://dorinfo.ru/99_detail.php?ELEMENT_ID=139346) (дата обращения: 29.12.22).
2. Форум «Дорога 2022. Развитие дорожного хозяйства в России» 12-14 октября, Казань, 2022 г. [Электронный ресурс] – URL: <https://2022.innodor.ru/summary/> (дата обращения: 27.12.22).
3. ДорИнфо. «Импортозамещение и дороги: незаменимое чужое». – 2022. [Электронный ресурс] – URL: [https://dorinfo.ru/99\\_detail.php?ELEMENT\\_ID=27510](https://dorinfo.ru/99_detail.php?ELEMENT_ID=27510) (дата обращения: 28.12.22).
4. Агентство новостей «Строительный бизнес» Российские дороги без импортных материалов и техники ведут вникуда. – 2022. [Электронный ресурс] – URL: <http://ancb.ru/publication/read/13899> (дата обращения: 28.12.22).

**Sushchek M.V. Import substitution in road facilities**

Научное издание

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС  
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ**

**YOUTH AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL PROGRESS  
IN THE ROADFIELD OF THE SOUTH OF RUSSIA**

Материалы XVII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 24—26 мая 2023 г., Волгоград

Публикуемые материалы соответствуют  
авторским оригиналам-макетам,  
поступившим в оргкомитет конференции

Дизайн обложки: *Шипулина В.В.*  
Ответственные за выпуск: *Лескин А.И., Глазунов И.И.*

Подписано в печать 01.09.2023  
Гарнитура «Таймс». Формат 60\*84/16.  
Усл.-печ. 7,79 л. Уч.-изд. 7,03 л.  
Тираж 50 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)