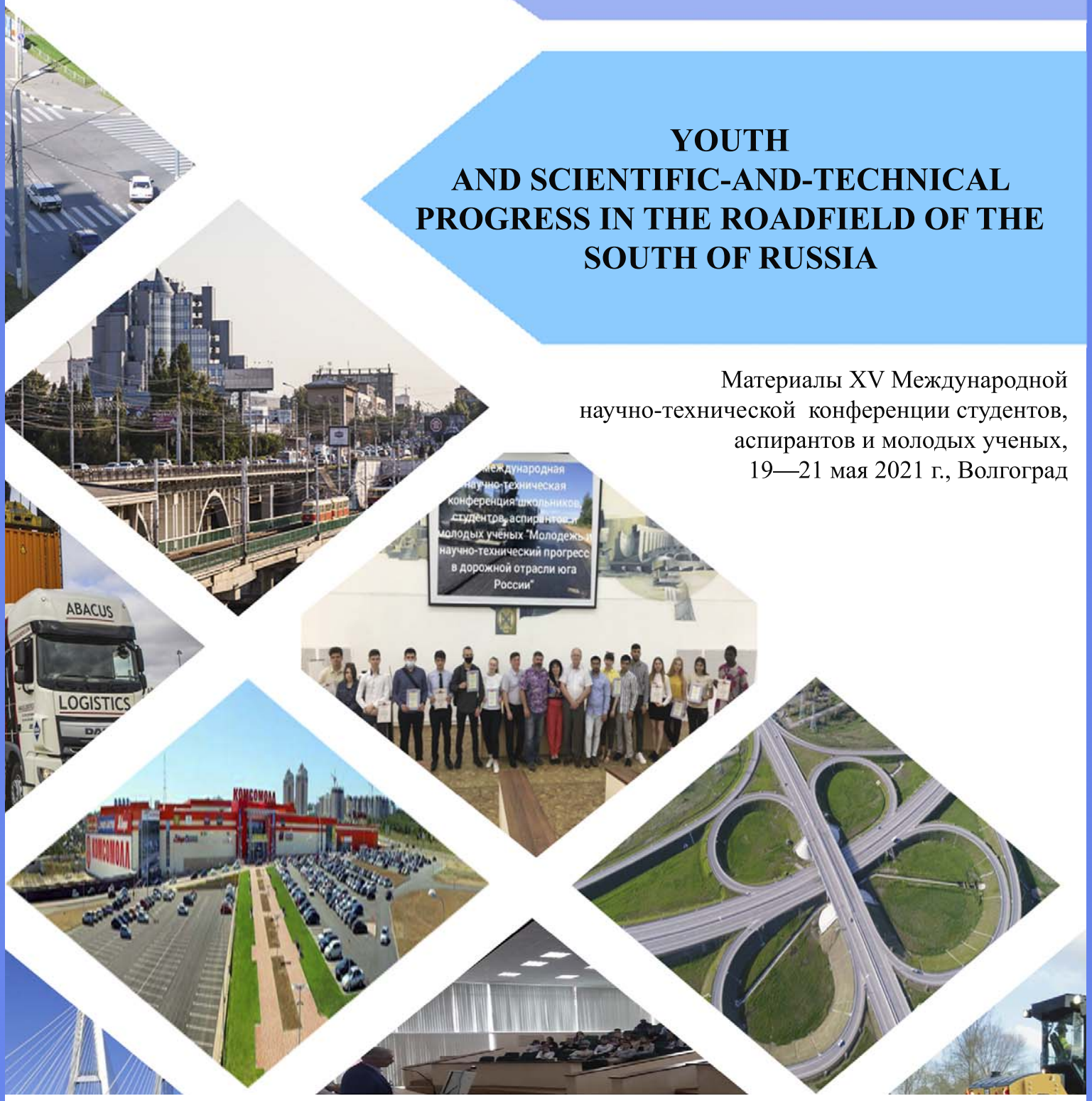
МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ

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

Материалы XV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19—21 мая 2021 г., Волгоград



Волгоград
ВолгГТУ
2021

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 XV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19—21 мая 2021 г., Волгоград

Волгоград
ВолгГТУ
2021

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

Редакционная коллегия: Алексиков С.В., д-р техн. наук, профессор (*г. Волгоград*)
Девятов М.М., канд. техн. наук, профессор (*г. Волгоград*)
Захаров Е.А., канд. техн. наук, доцент (*г. Волгоград*)
Кочетков А.В. д-р техн. наук, профессор (*г. Саратов*)
Углова Е.В., д-р техн. наук, профессор (*г. Ростов-на-Дону*)
Близниченко С.С., канд. техн. наук, доцент (*г. Краснодар*)
Вовко В.В., канд. техн. наук, доцент (г. Волгоград)
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 XV Международной науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 19—21 мая 2021 г., Волгоград / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград: ВолгГТУ, 2021. 238 с.

ISBN 978-5-9948-4117-4

Содержатся материалы XV 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 15th Jnternational 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-4Вог) я431

ISBN 978-5-9948-4117-4

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», 2021
© Авторы статей, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ахметов Д.Р. Применение классификатора строительной информации в области мостостроения 7

Берчун И.Ю. Проектированиеавтомобильных дорог с применением автоматизированных программных комплексов 12

Бураков Р.А. Применение технологий bim в транспортном строительстве 18

Гаврилова Н.С., Желтоногова А.А. Обоснование шумозащитных мероприятий на эстакадных участках городских дорог и транспортных развязках 25

Гайворонская Д.В., Махов И.Д. Определение пространственного положения элементов автомобильных дорог методом геодезических координат 31

Герасимов О.Н., Овчинников И.Г. Возможность прогрессирующего разрушения мостовых сооружений при навале судна 34

Захаров Я.С., Крафт С.А. Геоинформационное картографирование придорожных ландшафтов 40

Кривчиков Н.М. Становление института экспертного сопровождения проекта 44

Крошнева Е.В., Макаров А.В. Оценка состояния мостовых сооружений 48

Крошнева Е.В., Васильченко А.А. Обследование мостовых сооружений при помощи современных средств наблюдения 51

Лескин А.А., Югай М.М. Благоустройство дворовой территории многоквартирного дома по Улице имени Генерала Штеменко 24 53

Магомедов М.М. Сейсмоизолирующие деформационные швы на горных мостовых сооружениях 58

Маунг Маунг Вин Аунг Исследование влияния отношения высоты пилона к длине главного пролета вантового моста системы «пучок» на величину усилий в элементах моста 65

Мохова И.С. Перехватывающие парковки 70

Омаров А.М. Опыт применения различных технологий и материалов для трубобетонных конструкций 75

Рябцев Т.А. Современные инновационные технологии проектирования реконструкции участка Федеральной автомобильной дороги А-146 в поселке городского типа Ильском..... 83

Саркисян Д.А. Применение BIM-технологии в проектировании автомобильных дорог..... 89

Тян В.Ю., Журавлев А.В. Обоснование типизации проектных решений восстановления транспортно-эксплуатационных характеристик покрытия методом холодной регенерации на автомобильных дорогах Юга России 93

Цыбель Н.В. О правилах расчета нормативов финансовых затрат на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения..... 98

Шестопалов И.В., Шевченко Е.Д. Применение современных геоинформационных технологий при картографировании автомобильных дорог и придорожных территорий 102

Ярунов А.А. Особенности климатических и инженерно-геологических условий при строительстве транспортных сооружений на Крайнем Севере 106

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Астанков К.Ю., Овчинников И.Г. Тенденции применения трубобетонных конструкций для строительства малых мостов 109

Ахроров Шохрух Абдувахоб Угли , Паренкина О.А. Сравнительный анализ деформационных швов компании «MAURER» для мостовых сооружений 117

Брызгалов В.И. Преимущества системы «Свободный поток» на платных автомобильных дорогах 123

Егорова О.А. Цементобетонные покрытия из тяжелого бетона с применением химических добавок..... 129

Жавазнех Л.М. Опыт применения бишофита для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах 134

Ильин И.Б. Комплексное освоение вторичных ресурсов углеводородного сырья в дорожном строительстве Республики Татарстан..... 138

Кузнецов К.А., Ковтунов А.Ф. К вопросу применения геосинтетических материалов в дорожной конструкции 142

Миронов Н.С. Повторное использование асфальтогранулята при изготовлении асфальтобетонных смесей..... 147

Пшеницын В.А. Влияние шипованной резины на износ асфальтобетонного покрытия и способы увеличения износостойкости 152

Самсонов И.В. Применение модифицированной добавки «Руббермастик» в щебеночно-мастичных смесях 157

Сенибабнов С.А. Влияние содержания эмульсии в смесях асфальтогранулята на прочность слоя при устройстве дорожных конструкций 159

Хусаенов Б.К., Рафиков К.Р. Экспериментальные исследования теплого асфальтобетона с применением цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан 164

Ширяшкина Д.Р. Использование местных строительных материалов и вторичных продуктов производства для укрепления обочин региональных автомобильных дорог 168

Шугайкина Л.А. Асфальтогранулят, как компонент для создания нового строительного материала 171

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Ашуров Р.А., Исмайлов Э., Шарантаев А.Г. Анализ и перспективы развития велосипедного движения в Центральном районе г. Волгограда..... 174

Бондаренко А.И. Электронный учебно-методический комплекс для подготовки специалистов 180

Ботин С.О. Влияние транспортных и пешеходных потоков в местах стихийных остановок маршрутного транспорта на безопасность движения 186

Гриценко И.С. Анализ современного состояния транспортно-логистических систем туристического обмена России И Японии..... 190

Емельянова К.А. Повышение безопасности дорожного движения в транспортной системе крупнейших городов..... 196

Иванов Р.Ю. Проекционные пешеходные переходы с интерактивной подсветкой на дорогах РФ..... 200

Цыбизов Д.Д., Лукьянсков А.М. Повышение безопасности дорожного движения на перекрёстке ул. Комсомольской и Пр. имени Ленина... 204

Оганян Ю.К. Повышение безопасности дорожного движения за счет инновационных методов..... 210

Сильченкова Ю.А., Ашуров Р.А., Иванченко С. Р. К вопросу об организации пешеходного движения вблизи круговых пересечений 212

Смоленцева А.А., Зима Е.А. Организация вафельной разметки на пересечении улиц Череповецкая и Елецкая г.Волгограда 215

Старцева А.Н., Русскова В.В. Мультимодальные грузовые перевозки на Юге РФ 218

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

Савинов В.Н. Проблемы эксплуатации автомобилей на альтернативных топливах..... 222

Жулай В.А., Устинов Ю.Ф. Тюнин В.Л. Повышение тяговых качеств колёсного тягача землеройно-транспортных машин 227

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

УДК 004.651.4

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАССИФИКАТОРА СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ОБЛАСТИ МОСТОСТРОЕНИЯ

Ахметов Д.Р. (гр. ЦСм-20-1)

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

Тюменский индустриальный университет

Проведен анализ таблицы классификатора строительной информации «Строительные изделия» с целью выявления недостающих позиций для информационного моделирования мостов. В процессе анализа сформировался ряд наименований изделий, которые отсутствуют в таблицах классификатора строительной информации. В результате предложен вариант наименований, отсутствующих в таблицах, для внесения их в классификатор строительной информации.

The analysis of the building information classifier is carried out in order to identify the missing positions for information modeling of bridges. In the course of the analysis, a number of product names were formed that are not included in the tables of the building information classifier. As a result, a variant of names that are absent in the tables was proposed for entering them into the building information classifier.

Минстрой подготовил изменения в СП 328 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели» сформировали стандарт, позволивший синхронизировать требования к компонентам библиотек информационных моделей и к их элементам, описанным в других нормативных документах. Кроме того, в документ внесены положения, обеспечивающие возможность применения Классификатора строительной информации (КСИ) для кодирования компонентов и атрибутов.

Создание системы классификации строительной информации наряду с созданием общих терминологических основ BIM в России важно для формирования новых подходов к управлению жизненным циклом объектов капитального строительства (ЖЦ ОКС) [1]. Применение систем классификации делает возможным индексацию и структурирование всего массива данных инвестиционно-строительного проекта (ИСП), обеспечивая удобный доступ к ним и позволяя однозначно идентифицировать состав информационной модели (ИМ) на каждом из этапов ЖЦ ОКС, что особенно важно в рамках процессов контроля реализации и управления рисками ИСП на различных этапах его ЖЦ [2].

Целью проведения анализа является возможность применения действующего классификатора строительной информации в области мостостроения. За основу для анализа была взята информационная модель моста через р. Язевка (рис. 1).

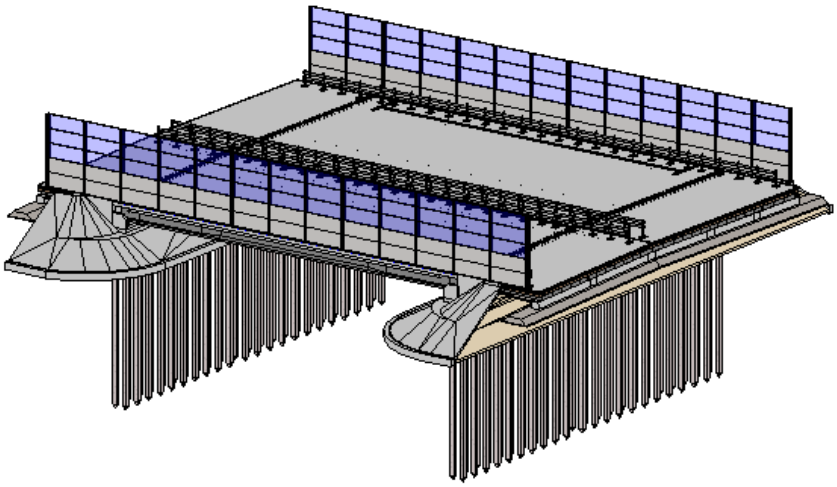


Рис. 1. Модель моста через р. Язевка

Занесение данных с таблицы КСИ «Строительные изделия» в информационную модель:

1. *Свая мостовая* – используются при строительстве мостов, переправ, при строительстве дорожных развязок.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Свая мостовая железобетонная» присутствует (рис. 2), причем со ссылкой на классификатор строительных ресурсов (КСР).

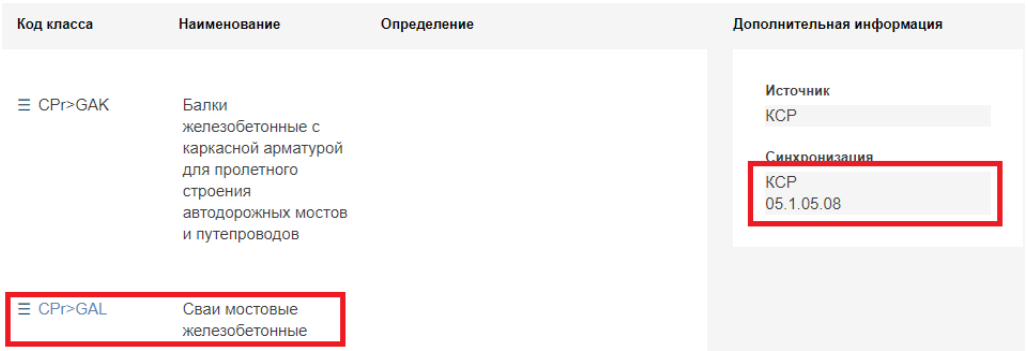


Рис. 2. Таблица КСИ «Строительные изделия»

2. *Лежень* – прямоугольный вытянутый блок, на который поперечно укладывается переходная плита автодорожного моста. Мостовой лежень, в качестве фундамента, позволяет создать опору простейшего типа – в виде горизонтального бруса, уложенного в теле насыпи или на грунтовое основание.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Лежень железобетонный» присутствует (рис. 3), причем со ссылкой на классификатор строительных ресурсов (КСР).

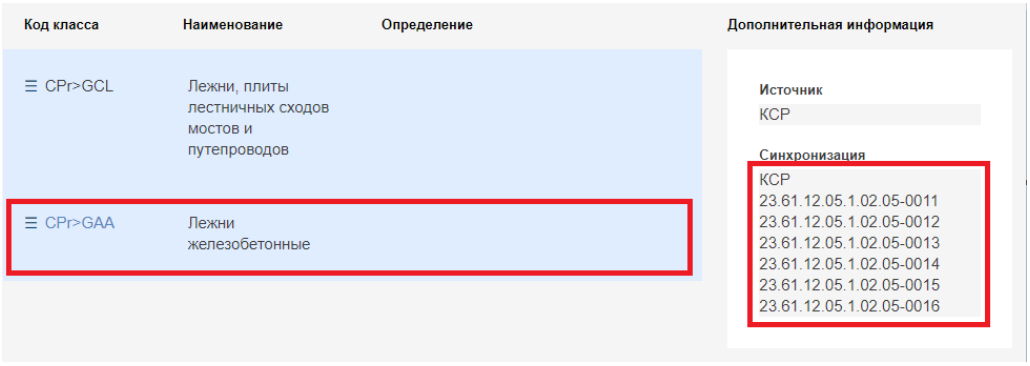


Рис. 3. Таблица КСИ «Строительные изделия»

3. *Переходная плита* – плита прямоугольной формы и прямоугольного сечения. Основная задача переходных плит заключается в обеспечении плавности въезда автомобилей с переходов на мост, в местах сопряжения автодорог, путепроводов. Поверх дорожных плит укладывается асфальт.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Переходная плита» присутствует (рис. 4), причем со ссылкой на классификатор строительных ресурсов (КСР).

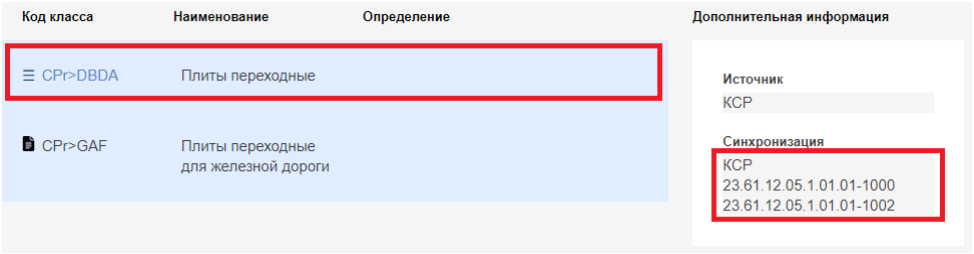


Рис. 4. Таблица КСИ «Строительные изделия»

4. *Насадка* – элемент свайной или стоечной опоры, объединяющий поверху головы свай или стоек.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Насадка железобетонная для опор пролетных строений» присутствует (рис. 5).

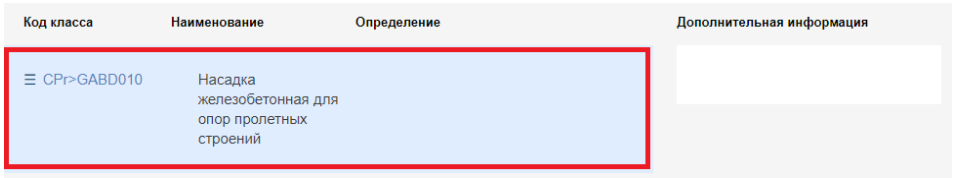


Рис. 5. Таблица КСИ «Строительные изделия»

5. *Открылок* – боковая консольная стенка устоя, не имеющая фундамента и служащая для удержания грунта насыпи подхода.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Блок открылка железобетонный для путепроводов через автомобильные и железные дороги» присутствует (рис. 6).

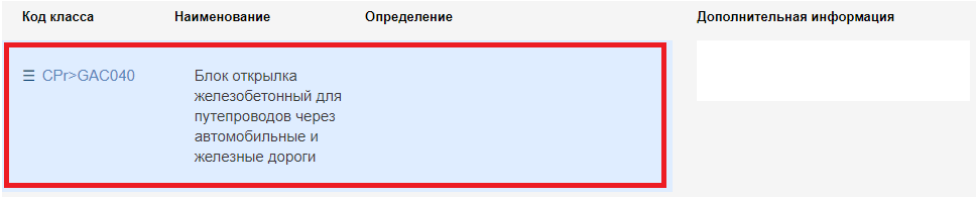


Рис. 6. Таблица КСИ «Строительные изделия»

6. *Стенка шкафная* – элемент верхней части устоя, защищающий торец пролетного строения и зону расположения опорных частей от грунта насыпи подхода.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Блок шкафной стенки железобетонный для путепроводов через автомобильные и железные дороги» присутствует (рис. 7).

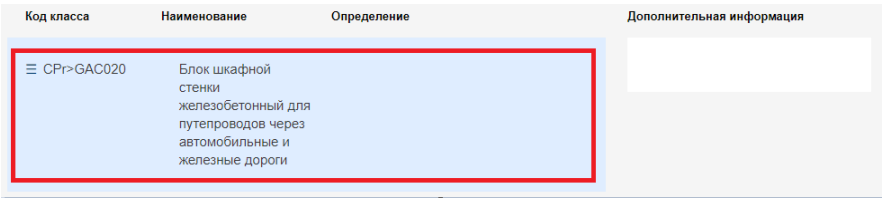


Рис. 7. Таблица КСИ «Строительные изделия»

7. *Железобетонные мостовые балки* – это опорные несущие конструкции, которые предназначаются для строительства и реконструкции мостов, мостовых путепроводов и других пролетных строений. Мостовые балки воспринимают нагрузки, которые воздействуют на мосты и путепроводы, и равномерно распределяют их далее по нижележащим конструкциям опорных сооружений мостов.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Блок шкафной стенки железобетонный для путепроводов через автомобильные и железные дороги» присутствует (рис. 8).

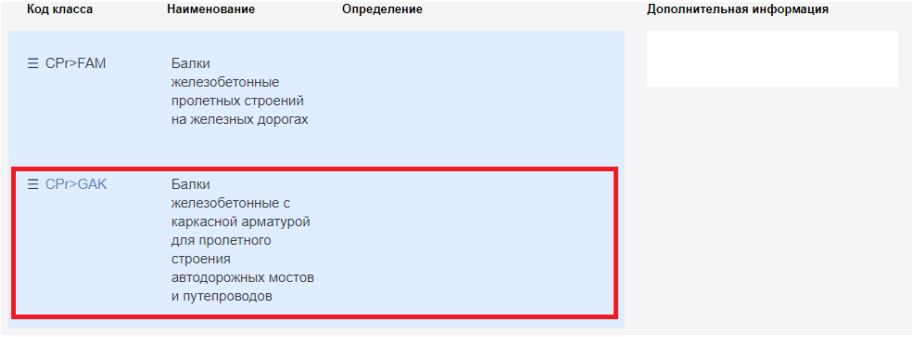


Рис. 8. Таблица КСИ «Строительные изделия»

8. *Подферменник* – элемент верхней части опоры моста в виде железобетонного выступа на подферменной площадке, предназначенный для установки опорных частей.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Блок подферменника железобетонный для путепроводов через автомобильные и железные дороги» **отсутствует**.

9. *Акустический экран* – искусственная преграда, устанавливаемая на пути распространения шума от автомобильного транспорта к защищаемому от шума объекту.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Экран звукопоглощающий» присутствует (рис. 9), причем со ссылкой на классификатор строительных ресурсов (КСР).

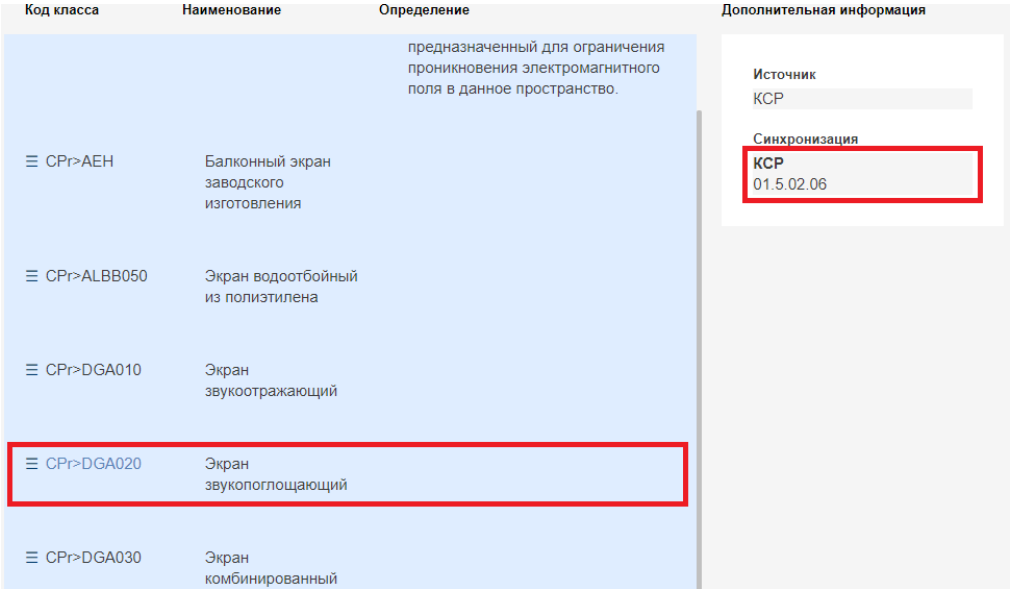


Рис. 9. Таблица КСИ «Строительные изделия»

10. *Барьерное ограждение* – конструктивный элемент автомобильной дороги, предназначенный для предотвращения съезда транспортного средства с обочины или мостового сооружения, недопущения выезда автомобилей на встречную полосу движения.

В таблице классификатора строительной информации наименование «Ограждение барьерное» присутствует (рис. 10), причем со ссылкой на классификатор строительных ресурсов (КСР).

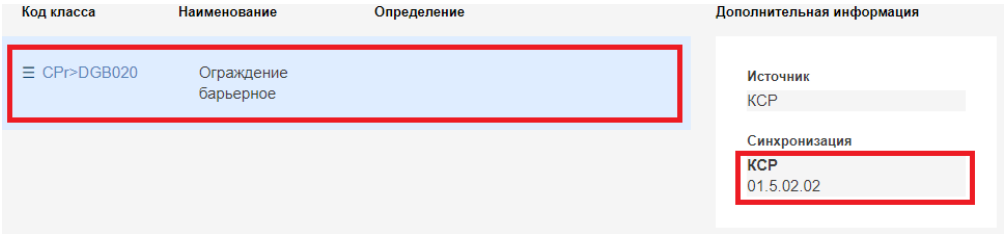


Рис. 10. Таблица КСИ «Строительные изделия»

11. *Монолитные конструкции* – строительные конструкции, изготовленные главным образом из железобетона, основные части которых выполняются непосредственно на строительной площадке путем укладки бетонной смеси и арматуры в предварительно подготовленную опалубку.

Монолитные конструкции в таблице КСИ «Строительные изделия» отсутствуют.

Таким образом, таблица классификатора строительной информации «Строительные изделия» содержит перечень необходимых наименований изделий для информационного моделирования мостов. Однако, в результате проведенного анализа, было выявлено несколько наименований, отсутствующих в таблице КСИ. Дополнение таких наименований в таблицу КСИ сделает ее более подробной, что будет способствовать исключению ошибок при проектировании и проведении автоматизированных проверок проектов, а в конечном итоге, ускорит процессы цифровой трансформации строительной отрасли.

Библиографический список:

1. *Беляев А.В., Антипов С.С.* Жизненный цикл объектов строительства при информационном моделировании зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2019. №1. С.65-72.
2. *Шарманов В.В., Симанкина Т.Л., Мамаев А.В.* Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №12 (63). С.113-124. DOI: 10.18720/CUBS.63.6
3. *Волкодав В.А., Волкодав И.А.* Разработка структуры и состава классификатора строительной информации для применения BIM-технологий // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 6. С. 867-906. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43801256 (Дата обращения: 10.01.2021).
4. Сайт классификатора строительной информации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: http://ksi.faufcc.ru (Дата обращения: 10.01.2021).

Akhmetov D.R. *Application of the building information classifier in the field of bridge construction*

УДК 625.7/.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕАВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Берчун И.Ю. (гр. ЦСм 20-1)

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

Тюменский индустриальный университет

В настоящее время современные технологии дают человеку неограниченные возможности. Так, в строительстве и проектировании можно использовать профессиональное ПО (с целью осуществления точных расчетов, для выполнения поставленных задач); применять специальные средства для организации контроля над всеми работами и так далее. Соответственно, увеличивается процент точности полученной информации; сокращаются временные затраты, требуемые для того, чтобы согласовать различные поправки. Наконец, можно комплексно работать над проектированием требуемого сооружения, как целостного объекта, в который входит множество отдельно взятых структурных единиц. Как итог – время на проектирование сокращается, так как при изменении одного компонента, меняются все остальные компоненты. Итак, нужно проанализировать общие принципы системы автоматизации проектирования (далее – САП), ее сущности и главные понятия. Особое внимание будет уделено самым распространенным САП автомобильных дорог (CREDO и Topomatic Robur). К слову сказать, представленные системы применяются в большинстве проектных институтов РФ, что дает возможность сокращать время на проектировочные работы.

At the moment, modern technologies give a person unlimited opportunities. So, in construction and design, you can use professional software (in order to carry out accurate calculations, to complete the assigned tasks); use special means to organize control over all work, and so on. Accordingly, the percentage of accuracy of the information received increases; the time required to reconcile various amendments is reduced. Finally, it is possible to comprehensively work on the design of the required structure, as an integral object, which includes many separate structural units. As a result, design time is reduced, since when one component changes, all other components change. So, you need to analyze the general

principles of a design automation system (hereinafter - SAP), its essence and main concepts. Particular attention will be paid to the most common road safety systems (CREDO and Topomatic Robur). By the way, the presented systems are used in most design institutes of the Russian Federation, which makes it possible to reduce the time for design work.

Введение

К сожалению, сегодня в России имеется низкое качество в развитии проектирования, а также реализации проектов по строительству автомобильных дорог. Данный фактор тормозит экономический прогресс, в котором главенствующее место занимают все виды транспорта.

В настоящее время дороги проектируются с применением автоматизированных систем: автоматический сбор информации, обработка геодезических материалов, подготовка сметных документов, чертежей. Отметим, что в сфере ИТ система автоматического проектирования занимают важную роль. Отметим, что САП – это дисциплина синтетического плана, в которой включается большинство информационных деталей – от вычисления и технологий телекоммуникации до передовых способов подсчетов, моделирования трехмерных виртуальных деталей реальности.

Известно о том, что автомобильные дороги – это достаточно дорогой, проектный инженерный объект. Даже проектировочные и исследовательские работы требуют колоссальных инвестиций. Мало того, сам процесс реализации таких работ – нуждается в больших временных затратах. В сравнении с прочими проектами, которые в своей жизни реализует человек, автомобильные дороги нельзя проектировать по единому плану. Так, каждая трасса по своей природе – неповторимая, уникальная; она взаимодействует с частью ландшафта. Очевидно, что при проектировочных работах целесообразно экономить средства. Достичь поставленной цели помогает творческий потенциал, креативный подход проектировщика, который активно задействует в своей работе математические вычисления, моделирования. Практика показывает, что их можно использовать только при САП.

Понятие и сущность автоматизированного проектирования

Установлено, что автоматизация процесса проектирования автомобильных дорог выступает в качестве самого сложного этапа работ. Предусматривается соблюдение некоторых правил, согласно которым устанавливается порядок действий инженеров с целью рациональных решений проектных задач. Кроме прочего, каждый этап проектировочной работы должен завершаться в строго установленные сроки, с минимальными затратами при применении САП. Разные технологии, которые могут использоваться в процессе проектирования автомобильных дорог, характеризуются сотнями факторов. Прежде всего, предстоит заранее установить класс будущей дороги, размеры и конструкции искусственных вспомогательных сооружений и прочее. Не менее важными будут вопросы по технике безопасности рабочих, требования по

природоохранному комплексу, условия местности, в которых проводятся проектные работы (влажность грунта на местности, климатические условия, рельеф и так далее).

Проектируя дороги в конце XX века, строители и планировщики решали задачи, поставленные в работе, несколько иными программными средствами. Практика показывает, что основную массу нестандартных задач решали ручными способами. Тогда же эксперты полагали, что применять автоматизированные процессы – нерационально. В XX веке персональный компьютер был инструментом для решения банальных задач, а не для целей проектирования. Кроме прочего, стоимость ПК была настолько большой, что даже профессиональные проектировщики не могли позволить себе такую покупку.

Спустя несколько лет цены на программное обеспечение, а также, собственно, на компьютеры заметно снизились. Напротив, зарплата у инженеров-проектировщиков выросла. Итак, САП стала пользоваться спросом. Сегодня в России существенно выросли потребности в инфраструктурных объектах. Очевидно, что общество нуждалось в новых дорогах разного назначения, в тоннелях, мостах. Именно автоматизированное проектирование в это время сыграло важную роль. Оно позволяет в несколько раз ускорить процессы строительства, расчетов. С помощью специального программного обеспечения человек может решать многочисленные задачи. Кроме прочего, заранее можно определить затраты, требуемые на проведение тех или иных работ.

В настоящее время имеющиеся САП построены по единым принципам:

- информационное единство;
- системное единство;
- принцип совместимости и комплексности;
- принцип развития.

Что касается первого принципа, то по своей природе он состоит в применении подсистем, а также средств обеспечения, условной символики и знаков согласно нормативным требованиям, а также документации. Это все позволяет во много раз упростить работу проектировщика, исключает разночтения и путаницы.

Согласно принципу системного единства предусматривается обеспечение связей между подсистемами САПР, где первая система принимает исходные данные второй системы – итоги определенных вычислений. Например, выстраивание цифровой модели местности – это и есть исходные данные для прочих подсистем при выстраивании продольного профиля.

Задача принципа совместимости и коллективности предусматривает собой возможность проводить проектирование объекта, как комплексного собрания построек, отдельно взятых деталей. САПР должна позволять в любое время корректировать проект согласно целевому принципу, что входит в состав автомобильной дороги. К слову сказать, осуществляется

данный принцип посредством применения идентичных операционных, поисковых систем, за счет универсального языка программирования.

Отметим, что принцип развития основывается на создании система автоматизированного проектирования – системы, которая развивается и совершенствуется через включение нового ПО или подсистем.

В ходе проектирования дорог нужно принимать во внимание заявленные рабочие стадии. К ним относится [1]:

- программа по развитию сети дорог;
- обоснование инвестиций при строительстве;
- выработка инженерного проекта, а также рабочей документации на дорожное строительство.

Программы используемы для автоматизированного проектирования

В России сегодня считаются самыми распространенными следующие программы САПР: Robur и CREDO. Изначально нужно проанализировать главные особенности и принцип работы САПР CREDO. В состав этой системы входит ряд подсистем, которые дают возможность комплексно сопровождать объект на каждом проектировочном этапе – от составления модели местности в цифровом формате до выдачи документации в готовом виде. CREDO также имеет ряд подсистем, которые дают возможность проектировать автомобильные дороги:

CREDO DAT – сложная система, с помощью которой можно осуществлять камеральную обработку геодезических, а также инженерных наработок;

CREDO TER – система, которая позволяет применять ЦММ;

CREDO GEO – инструмент по формированию геологической модели территории;

CREDO CAD – подсистема, которая разработана специально для проектирования автотрасс, а также с целью оценки проектных изысканий;

CREDO PRO – приложение, которое дает возможность осуществлять проектирование нескольких пересеченных дорог на одном или нескольких уровнях; применяется с целью проектирования искусственных сооружений дорог.

Информация для получения ЦММ формируется посредством одного из следующих вариантов:

когда вводятся текстовые данные или же специальные редакторы при обработке материалов тахеометрии, при осуществлении высотных обоснований на планах, при линейных расчетах в подсистеме CREDO DAT;

в процессе обработки полученных данных с электронных устройств в приложении CREDO DAT;

при проведении стереофотограмметрической обработки космических и аэроснимков (в комплексе с СПТБ, ВНИМИ);

при оцифровке картографических данных с применением разных пользовательских инструментов (например, ГРАФИТ—СПТБ).

Особого внимания в рассматриваемой САПР заслуживает подсистема CREDO CAD. С ее помощью можно осуществлять проектирование главных компонентов автомобильных трасс:

проектировать общий план трассы;

рассчитывать конструкцию слоев дорожного полотна;

проектирование сооружений искусственного типа (небольшие эстакады и мосты, водоспускные коллекторы);

проектирование поперечного и продольного профиля автомобильной дороги;

создание плана систем поверхностных сточных вод;

проектирование мероприятий экологической направленности [2].

Принимая во внимание тот факт, что система прорабатывалась в Белоруссии (г. Минск), то интерфейс – достаточно простой и понятный. Операции и функции в кнопочном меню, панели диалога, ввода информации – все это интегрировано в программном продукте. Можно отметить множество сходств системы по рабочему стилю с рядом универсальных систем (например, Windows).

Второй по степени популярности САПР – это Topomatic Robur разработка экспертов из Санкт-Петербурга. С ее помощью можно осуществлять проектирование автомобильных дорог и улиц в городах – любой сложности. Также в программе обрабатываются геодезические материалы, составляются в автоматическом режиме ведомости на многочисленные работы. Исследуемая программа дает возможность осуществлять проектирование дорог в режиме 3Д. Интерфейс в целом имеет 3 окна: План, Профиль, а также Поперечник. При редактировании информации в одном окне проводится изменение данных в прочих окна. Кроме прочего, Robur имеет функции, позволяющие проводить работу с разными поверхностями. Например, можно редактировать точки съемки, строить структурные линии, а также осуществлять редактирование ребер поверхности.

Отметим, что в САП Robur есть некоторые функции, посредством которых можно оценивать компоненты дорожного полотна согласно нормам безопасности:

- проверка дороги на аварийность;
- оценка уровня нагрузки на трассу;
- определение допустимой скорости движения для безопасности людей.

Система функционирует в единой системе координат, с применением пакета программ «Автодеск». Соответственно, графическая часть может быть внесена в «Автокад» без утраты информации, даже в случае изменения ее формата.

Комплекс ведомостей, которые подкрепляют проектную документацию, в автоматическом режиме переносятся в Эксель. Это существенно упрощает работу проектировщика.

Заключение

Мы проанализировали российский и иностранный опыт. Теперь можно отметить, что увеличение технического уровня в плане проектирование достигается за счет использования математических моделей, методов, за счет моделирования и средств автоматизации. Важно подчеркнуть, что растет качество работ, а их стоимость – снижается. Сокращаются временные затраты на проработку проекта. САПР эффективны в том случае, если начальные изыскания основаны на мелких расчетах. Впрочем, многочисленные операции по сбору информации для будущего проекта могут выполняться непосредственно в системах автоматизированного проектирования. В конечном итоге инженер получает готовую проектную документацию.

Подчеркиваем, что САПР для строительства автомобильных дорог отличается от прочих систем. Так, представлены разные комплексы информации по тем или иным участкам дорог, по длине объекта, почвенным и топографическим, геологическим особенностям территории.

Исследуя научные материалы, мы определили, что проработка первой САПР для дорог в Советском союзе и за границей начинается лишь в шестидесятые годы прошлого века. К слову сказать, ученые до сих пор работают над совершенствованием первых программ, над созданием новых инструментов.

В целом, с помощью программ по автоматизированному проектированию можно сокращать время проведения проектных изысканий. Инженеры могут не чертить вручную компоненты дорог, а если допускаются ошибки – их без проблем можно исправить за считанные минуты в программе. Проектные работы по времени сокращаются с одного месяца до одного дня. Инженер-проектировщик сможет без особой подготовки освоить ту или иную САПР.

Библиографический список:

1. Волокитин В.П., Жутаев И.В., Антипов И.С., Воротынцев И.В. Современные информационные технологии проектирования автомобильных дорог. В сборнике: Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции. Редколлегия: С.А. Колодяжный [и др.]. 2019. С. 213-216.

2. Кудрявцев, Е.М. Основы автоматизированного проектирования: Учебник / Е.М. Кудрявцев. - М.: Academia, 2016. - 116 с.

3. Немечкин В.А., Тарановская Е.А., Дергунов С.А. Анализ автоматизированных систем для проектирования автомагистралей. В сборнике: Инструменты и механизмы устойчивого инновационного развития. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2020. С. 132-134.

4. Спирина А.Ю., Степанова А.В. Перспективы развития автоматизированного комплекса при проектировании автомобильных дорог Шаг в науку. 2018. № 2. С. 179-181.

Berchun I.Y. *Road design using automated software systems*

УДК 625.855.3-033.37

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ BIM В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Бураков Р.А. (гр. ИСМм 19-1)

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

Тюменский индустриальный университет

Высокие требования к эффективности и сжатые сроки обостряют конкуренцию в строительстве мостов. Каким образом вывести процесс создания и эксплуатации сооружений на качественно новый уровень, как встретить вызовы нового времени? Безусловно без современных технологий эти задачи не решить. Именно применение BIM технологий в строительстве сможет обеспечить качественное строительство объектов.

BIM (англ. Building Information Model или Modeling) – информационная модель (или моделирование) зданий и сооружений, под которыми в широком смысле понимают любые объекты инфраструктуры, например инженерные сети, дороги, железные дороги, мосты, порты и тоннели и т.д. [1]

High requirements for efficiency and tight deadlines for intensifying competition in the construction of bridges. How to meet the challenges of the new time? Of course, these problems cannot be solved. It is the use of BIM technologies in construction that will ensure the quality construction of facilities.

BIM (Building Information Model or Modeling) - an information model (or modeling) of buildings and structures, which in the broad sense means any infrastructure objects, such as utility networks, roads, railways, bridges, ports and tunnels, etc. [1]

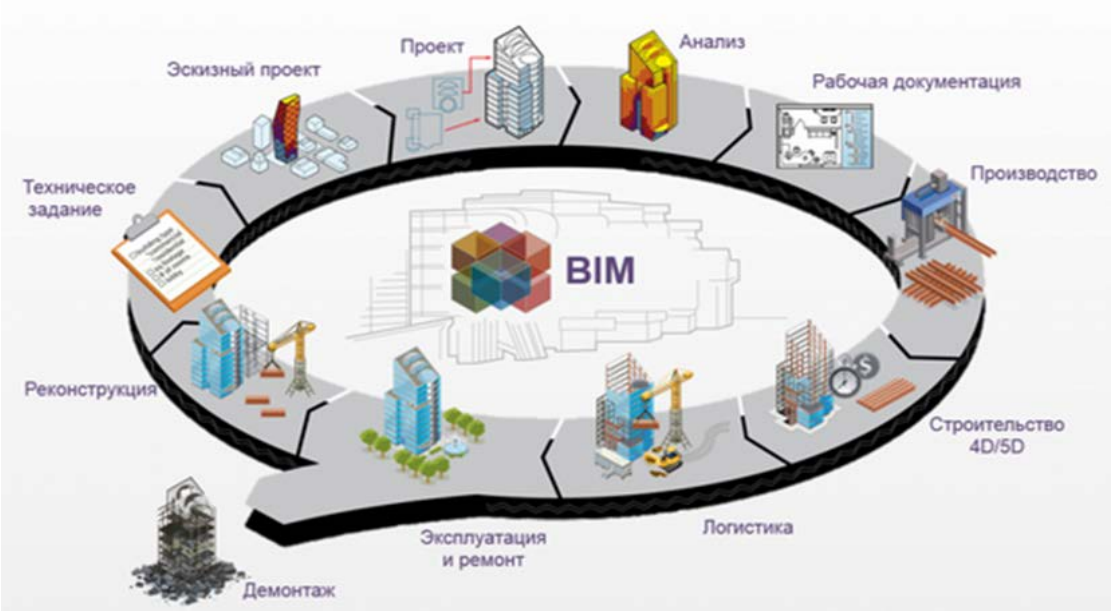


Рис. 1. BIM технология

Источник: [http://transspot.ru/wp-content/uploads/2016/04/3-0-1024x598.jpg]

Раннее начало BIM

Чтобы понять, что такое BIM, мы должны вернуться к ранним дням вычислений и проработать концептуальные основы. Компьютерное проектирование и компьютерное производство развивались как две отдельные технологии в 60-х годах 20-го века. При их внедрении никто не

мог предвидеть, что CAD и CAM станут переплетенными и превратятся в мощные силы в современном мире. Также многие люди в отрасли считали, что ни одна из технологий не будет оказывать воздействия на экономическую составляющую строительства.[2]

В 1957 году доктор Патрик Дж. Хенретти разработал первое коммерческое программное обеспечение для автоматизированного производства (CAM). Это была технология обработки с числовым программным управлением, которая впоследствии переросла в автоматизированное производство. Вскоре после этого 1961 году он разработал DAC (Design Automated by Computer) для крупней автомобильной корпорации General Motors, что стало первой системой CAM / CAD, которая использовала интерактивную графику и использовалась для сложных пресс-форм. После нескольких сбоев, которые были вызваны непопулярным языком программирования, GM отказалась от системы. [3]

Мечта построить модель

К началу 60-х годов сформировалась достаточная математическая база для написания специализированнного инжинерного софта. Первой такой программой стал Sketchpad, написаннная в 1963 году разрабочиком Иваном Сазерлендом . Sketchpad представлял себя программу для двухмерного черчения, где пользователь с помощью специального манипулятора рисовал на экране, и таким образом размещал объекты 2-х мерном пространстве.

Рис. 2. Иван Сазерленд демонстрирует Sketchpad
Источник: [составлено автором]

Sketchpad считается родоначальником современных программ автоматизированного проектирования (САПР), а также крупным прорывом в развитии компьютерной графики в целом. [3]

Сборка базы данных

Прообразом программ, написанных по технологии следующего поколения BIM – стала программа BDS (Building Description System). Программа появилась в 1975 году, она представляла из себя базу данных объекта. Пользователь мог собрать модели зданий, используя каталог

элементов, хранящихся в программе. Эта система также позволила вывод автоматически согласованных разрезов, планов, изометрии или перспектив из модели, а также простое создание сметы и количества материала. В 1977 году в лаборатории CMU Чарльз Истман создал GLIDE (графический язык для интерактивного дизайна), и продемонстрировал большинство характеристик современной платформы BIM. [3]

Рис. 3. Система описания зданий (BDS)
Источник: [составлено автором]

Наступили 80-е годы, и несколько систем разрабатывались повсеместно. Они довольно хорошо завоевали популярность в отрасли, а некоторые даже применялись в строительных проектах. Применение произошло в 1986 году, когда RUCAPS (универсальная автоматизированная производственная система) использовалась для оказания помощи в реконструкции терминала 3 терминала аэропорта Хитроу. Это была первая программа CAD в истории BIM, которая использовалась в сборных конструкциях. RUCAPS считается предвестником современного программного обеспечения BIM. [4]

Рис. 4. RUCAPS (универсальная автоматизированная производственная система)
Источник: [составлено автором]

На пути к виртуальному дизайну и строительству

Первая массовая программа для компьютерного проектирования стала AutoCAD, разработанная компанией Autodesk в 1982 году. [5] Хотя

AutoCAD не предлагает никаких функциональных возможностей BIM, но программа все еще является популярным инструментом, используемым многими проектными институтами.

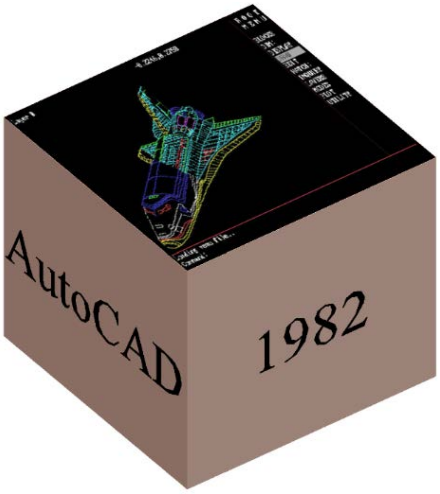


Рис. 5. AutoCAD (двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования)
Источник: [составлено автором]

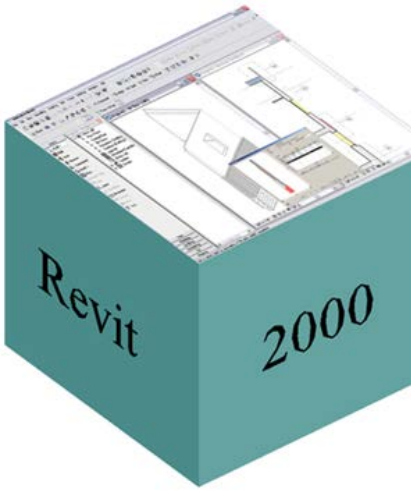
В 80-е годы в коммунистической Венгрии один гений вычислительной техники и программирования незаконно провожал компьютеры Apple через железный занавес, чтобы разработать программное обеспечение, которое впоследствии изменит ход истории концепции BIM и рынка BIM и приведет к тому, что мы знаем сегодня.В 1982 году Габор Бояр начал разработку ArchiCAD. Ему пришлось закладывать драгоценности своей жены, чтобы привезти компьютеры Apple. Используя технологию, аналогичную BDS, Бояр выпустил Radis CH от Graphisoft в 1984 году для ОС Apple Lisa. Позже в 1987 году это было перевыпущено под названием, ArchiCAD. [4]

Рис. 6. ArchiCAD v 1.0
Источник: [составлено автором]

Возвращаясь в 1985 год, в США Диль Графсофт разрабатывал Vectorworks , одну из первых программ САПР, одна из первых программ для трехмерного моделирования и первое кроссплатформенное

приложение САПР. В 1988 году Parametric Technology Corporation (PTC) выпустила Pro / ENGINEER, который считается первым на рынке программным обеспечением для параметрического моделирования в истории BIM. Отказавшись от PTC, Ирвин Юнграйс и Леонид Райз основали собственную компанию по разработке программного обеспечения Charles River Software. Этот дуэт хотел разработать архитектурную версию Pro / ENGINEER, которая могла бы обрабатывать более сложные проекты, чем ArchiCAD. К 2000 году у них появилась программа под названием Revit. [6]

a



b

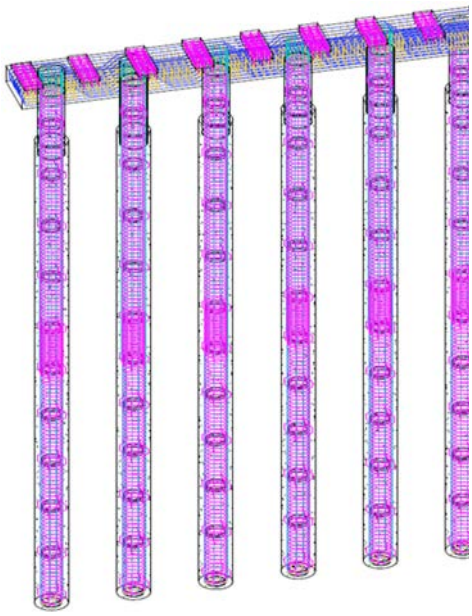


Рис. 7. a) Revit v 1.0 – программный комплекс, реализующий принцип BIM;
b) Армирование мостовой опоры в Revit 2019
Источник: [составлено автором]

Эта программа произвела революцию в BIM так как в ней были реализованы сразу несколько инноваций, в частности объекты получили между друг другом параметрические зависимости, а у пользователя получилась возможность достаточно свободно создавать собственные библиотечные элементы. [6]

В 2001-ом году выходит язык программирования Processing для создания математических моделей, формирующих элементы здания. Processing позиционируется, как язык программирования для художников, дизайнеров и его используют в том числе архитекторы. Processing до сих пор остается популярным инструментом в ведущих архитектурных мастерских и университетах. [7]

Рис. 8. Processing – язык программирования
Источник: [составлено автором]

В это же самое время появляются идеи о том, как облегчить написание кода для непрофессионалов, т.е. для тех людей, которые не изучали языки программирования в университетах. Первая программа, реализующая эту концепцию в архитектурной сфере, станет Grasshopper – плагин для Rhino, вышедший в 2007-ом году. Grasshopper фиксирует последовательность действий во время моделирования и позволяет возвращаться к любому шагу, чтобы изменять его [8].

Рис. 9. Grasshopper – редактор программирования
Источник: [составлено автором]

Он породит настоящий бум в вычислительном проектировании. Появятся множество его клонов, а ведущие разработчики CAD и BIM программ задумаются о том, как внедрить параметрические вычислительные модули в свои продукты. Таким образом в версии Revit 2017 появится встроенный клон Grasshopper – Dynamo, в ArhiCAD 2020 появится специальный модуль, который напрямую связывает ArhiCAD и Grasshopper.

Это дополнение для Autodesk Revit ускорило работу и автоматически делает то, что Revit не умел до этого. Dynamo переименовывает, оси, кусты

свай, экспортирует данные в Excel и импортирует из него, сравнивает файлы и множество других вещей [9].

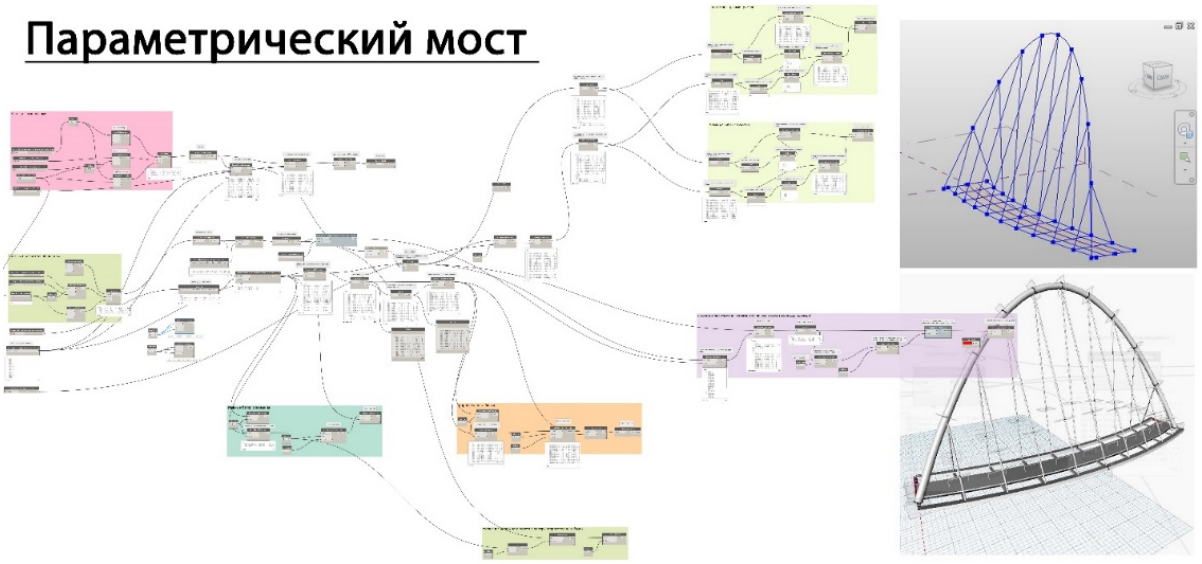


Рис. 10. Рабочая среда Dynamo и соответствующая модель, сгенерированная в Revit
Источник: [https://yadi.sk/d/_9DGJLtr3NhuDE]

Уже к середине 2010-х годов технологии CAD и BIM перестали существовать в чистом виде. Проектировщики–инженеры используют для решения своих реальных задач смесь из различных технологий.

Рис. 11. Технологии CAD и BIM
Источник: [составлено автором]

Все эти системы совершили революцию в промышленности, сократив объем ручного труда, повысив точность конструирования, уменьшив количество ошибок, увеличив производительность проектировщиков и улучшив качество проектов [10]. Однако, что такое BIM для проектировщиков мостов? Как-никак у строительных компаний есть интерес к современным технологиям в том числе и к BIM. Применение BIM-технологий в строительной практике приводит к сокращению сроков проектирования и разработки рабочей документации. Таким образом, это ведет к возможности быстрее сдавать готовые проекты и переходить к строительству сооружения. Сокращаются затраты на строительство и человеческие ресурсы, поскольку с помощью BIM-модели сооружения

возможно учитывать все этапы жизненного цикла строительного объекта [8].

Библиографический список:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM
2. The CAD/CAM Hall of Fame // American Machinist URL: https://www.americanmachinist.com/cadcam-software/cadcam-hall-fame (date of the application: 12.12.2018)
3. https://www.letsbuild.com/blog/a-history-of-bim
4. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. - 978-0-470-54137-1 изд. - Hoboken: Wiley, 2008. - 624 с.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/AutoCAD
6. Company History // Vectorworks URL: https://www.vectorworks.net/company/history (date of the application: 12.12.2018).
7. Bohnacker, Hartmut; Gross, Benedikt; Laub, Julia & Lazzeroni, Claudius (August 22, 2012), Generative Design: Visualize, Program, and Create with Processing (1st ed.), Princeton Architectural Press, c. 472 [7]
8. Wong, A. K., Wong, F. K., & Nadeem, A. (2011) “Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States”, Construction Innovation, Vol. 11, no. 1, pp. 61-76.
9. https://adsknews.autodesk.com/stories/european-parliament-directive-to-spur-bim-adoption-in-28-eu-countries
10. http://vel-energo.ru/archives/977

Burakov R.A. *Application of BIM technologies in transport construction*

УДК 711.7:628.395:625.7.098

ОБОСНОВАНИЕ ШУМОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ЭСТАКАДНЫХ УЧАСТКАХ ГОРОДСКИХ ДОРОГ И ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗКАХ

Гаврилова Н.С., Желтоногова А.А. (КБТ-1-18)

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

Волгоградский государственный технический университет

Выделяются и систематизируются основные объемно-планировочные и конструктивно-строительные мероприятия по защите жилых зон от транспортного шума и обеспечению общего санитарно-гигиенического благополучия населения, реализованные в градостроительной практике. На основе анализа опыта строительства акустических экранов в городах формулируется комплекс инженерных задач, учитываемых при проектировании, строительстве и эксплуатации транспортных сооружений.

The main space-planning and structural-construction measures for the protection of residential areas from traffic noise and provision of the general sanitary and hygienic well-being of the population, implemented in urban planning practice, are highlighted and systematized. Based on the analysis of the experience in the construction of acoustic screens in cities, a complex of engineering problems is formulated, which are taken into account in the design, construction and operation of transport facilities.

При современных темпах автомобилизации и непрерывном росте интенсивности движения на магистралях высоких категорий, трассируемых через селитебные территории городов, неотъемлемым элементом инженерного оборудования транспортных сооружений становятся акустические экраны (АЭ). Согласно существующим нормам [1], такие магистрали необходимо прокладывать с минимальным приближением к линии регулирования жилой застройки 50 м с учётом обеспечения уровней шума в помещениях жилых и общественных зданий в пределах санитарных норм. Включение в поперечные профили магистральных улиц АЭ дает возможность сократить регламентируемый санитарный разрыв до 25 м или расширить проезжую часть для пропуска транспортных потоков высокой интенсивности.

Особую сложность представляет трассирование магистральных дорог с непрерывным движением через уличную сеть при остром дефиците резервных территорий, где на отдельных участках предусматриваются пересечения магистралей в разных уровнях, тесно контактирующие с жилой застройкой. При этом в зонах повышенного уровня шума и загазованности оказываются жилые здания, школы, дошкольные образовательные организации, лечебные учреждения. Поэтому при выборе типа транспортных развязок крайне необходим учет этих наиболее значимых экологических факторов.

Использование новых технологий с помощью щитовой проходки позволяет существенно увеличить протяженность тоннелей и кардинальным образом решить проблемы защиты от шума жилых территорий, прилегающих к транспортным развязкам [2]. Однако строительство пересечений с тоннелем в условиях сложившейся застройки требует решения ряда других технических задач (перекладка инженерных коммуникаций, устройство приточно-вытяжной вентиляции и др.). Поэтому в экспертных экологических оценках часто предпочтение отдается вариантам пересечений с эстакадой. Результаты прогнозных расчетов и натурные измерения концентраций выбросов автомобилей подтверждают оздоровительный эффект эстакады как приподнятого источника загрязнения атмосферного воздуха [3]. В данном случае рассеяние выбросов происходит в гораздо большем объеме воздушной массы и концентрации загрязняющих веществ оказываются ниже, чем при использовании других вариантов пересечения (в одном уровне, с выемкой или тоннелем).

На эстакадных участках дорог и транспортных развязках для защиты от шума прилегающей территории требуется установка АЭ частично на участках подходов на уровне поверхности земли и на самой эстакаде. Чем больше высота эстакады, тем выше эффективность АЭ. При расположении экрана на эстакаде высотой 15–20 м его эффективность может увеличиться не менее, чем на 4–5 дБА за счет увеличения угла дифракции [4].

В последние годы АЭ находят все более широкое применение в городах РФ. В Москве такие экраны, сооружены, например, вдоль ряда участков МКАД, на международном шоссе при выезде из аэропорта

«Шереметьево-2», на Ярославском шоссе, вдоль Новокаширского шоссе, на ряде участков Третьего транспортного кольца, Рижской эстакаде и др. Высота экранов составляет обычно от 3 до 6 м. Особую роль АЭ выполняют при сооружении линий легкого метрополитена, которые прокладываются на опорах на высоте 8-10 м над земной поверхностью. К ним относится Бутовская и Солнцевская линии; линия скоростного трамвая ВДНХ-Тимирязевская [5].

Зарубежная градостроительная практика [6-8], а также опыт развития транспортных систем крупнейших городов РФ показывают, что максимальная эффективность мероприятий по защите жилых территорий от транспортного шума достигается при выводе транзитного потока на внеселитебные территории с запрещением грузового движения в центре, использовании экранов в виде стен, насыпей, выемок, зданий нежилого назначения. В Москве после перевода потока грузовых автомобилей на Третье транспортное кольцо и за его пределы доля грузовых автомобилей на Садовом кольце сократилась с 15–40 до 2–8%, а шумовые характеристики транспортных потоков уменьшились на 6–10 дБА [5]. При планируемых объемах строительства объектов транспортной инфраструктуры в городе Москве для обеспечения нормативных уровней звука в прилегающей застройке необходимо построить к 2025 году придорожные экраны протяженностью 87 км. В сочетании с заменой окон и формированием средозащитных полос зеленых насаждений это дополнительно обеспечит комфортные акустические условия к 2025 году для 1 млн. 250 тыс. населения [2].

В градостроительной практике Санкт-Петербурга широкий спектр шумозащитных средств содержит традиционные плоские экраны и экраны-здания с наиболее рациональными формами в плане и конструктивно-техническими решениями, включая остекление лоджий закаленным стеклом и установку клапанов-глушителей в основных стенах. При этом наибольший шумозащитный эффект обнаруживают такие градостроительные приемы, как постепенное повышение этажности зданий от магистралей вглубь территории застройки, создание замкнутой формы шумозащитных комплексов с формированием внутреннего «двора»-пространства путем образования непрерывной линии защитных экранирующих зданий и сооружений по контуру. В этих случаях передний фронт застройки достаточно низких зданий может быть представлен жилыми домами с относительно небольшим количеством жителей и гаражно-офисными сооружениями, которые могут использоваться в качестве шумозащитных экранов для более удаленных жилых зданий повышенной этажности. Первые этажи жилых зданий, расположенных вдоль линии застройки, используются для объектов нежилого назначения для исключения эффекта повышения шума в жилых помещениях за счет отражения звука от поверхности земли. Возможности использования схемы понижения этажности по линиям застройки определяются ситуационным расположением шумозащитных комплексов [9].

В Волгограде при завершении строительства III Продольной и объездной магистралей ожидается разгрузка уличной сети от внешнего и межрайонного транзитного автомобильного транспорта, что имеет важное оздоровительное значение для города в целом. На эстакадном участке транспортной развязки Самарский разъезд построен шумоотражающий экран из сборно-разборных гофрированных металлических панелей высотой 2,5 м протяженностью 156 м для изоляции жилых зданий в квартале № 256, школы №85, детского дошкольного учреждения №242 и игровых площадок для детей в жилых группах от транспортного шума [3].

Другим объектом, имеющим важное хозяйственно-экономическое и социальное значение для Волгограда и, особенно, для юго-восточного региона РФ, является мост через реку Волгу. Трасса мостового перехода частично проходит по уникальной территории Волго-Ахтубинской поймы. На участке первой очереди для защиты селитебных территорий от транспортного шума используются АЭ и шумозащитные полосы озеленения вдоль проезжей части (рис.1).

При расширении эстакады и полной расчетной нагрузке на мостовом переходе для первого пускового комплекса, шумозащитные мероприятия первой очереди строительства необходимо дополнить в части строительства новых экранов, чтобы максимально сократить зоны негативного воздействия трассы на прилегающую территорию (рис. 2).

На эстакадном участке ул. Комсомольской между ул. Пархоменко и ул. Мира произведены расчеты показателя обеспеченности акустического комфорта γ для жилых помещений в дневное время суток (с 7 до 23 ч). В расчетах использованы результаты определения в натурных условиях параметров транспортного потока – интенсивности движения в оба направления, состава, скорости и высоты АЭ (табл. 1). Расчеты выполнены по методике, изложенной в Руководстве ЦНИИП градостроительства [10].

Таблица 1

Результаты натурных обследований участка УДС в Центральном районе Волгограда

Участок УДС	Интенсивность движения транспортных средств, ед/ч						Шумовая характеристика, дБА	Высота экрана, м
	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы	Троллейбусы	Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	Общая		
ул. Комсомольская	628	95	269	253	26	1 271	75	2,25

Рис. 1. Акустический экран в зоне пересечения правобережной части мостового перехода с пр. Ленина (первая очередь строительства)

Рис. 2. Схема расположения акустических экранов на участке мостового перехода в правобережной части (первый пусковой комплекс)

Согласно расчетам, показатель обеспеченности акустического комфорта γ на ул. Комсомольской составляет –1,2. Отрицательное значение показателя свидетельствует о необеспеченности акустическим комфортом и необходимости повышения шумозащитных качеств объекта исследования. Для полного соблюдения нормативов шума для ночного времени суток (с 23 до 7 ч) в жилых помещениях на улице Комсомольской необходимо выполнить шумозащитное остекление квартир в жилых зданиях с использованием конструкции окон с повышенной звукоизоляцией в режиме проветривания.

Анализ опыта строительства АЭ в городах показывает [2–9,11,12], что для более широкого их применения в практике борьбы с шумом необходимо решить ряд инженерных задач при проектировании и строительстве транспортных сооружений и предусмотреть выполнение требований, связанных с их эксплуатацией. Главные из них:

– обеспечение высокого уровня безопасности движения (расстояние видимости на кривых в плане; водоотвод с проезжей части; возможность

очистки от снега), исключение затемнения проезжей части и прилегающей территории, образования гололеда, отражения света фар от поверхности экрана и ослепления водителей встречных автомобилей и т. д.;

– защита от наезда автомобилей на шумозащитное сооружение путем размещения барьерных ограждений;

– обеспечение пространства, необходимого для размещения дорожных знаков стандартных размеров**,** схем организации движения на пересечениях**;**

– вписывание в окружающий ландшафт, оформление внешнего вида и повышение эстетических качеств шумозащитных сооружений на весь срок службы (выбор материала, окраска экрана и его проектное положение);

– обеспечение устойчивости шумозащитных сооружений, располагаемых на земляном полотне и прилегающей полосе отвода, при наезде на ограждение автомобилей и воздействии ветровой нагрузки;

– обеспечение водителям и пассажирам необходимого обзора и ориентировки на местности;

– обеспечение доступности для автомобильного и общественного транспорта и беспрепятственного использования жителями прилегающей застройки путем устройства пешеходных проходов и местных проездов.

Библиографический список:

1. СП 42.13330.2016(19.09.2019) Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – Режим доступа: https://mooml.com/d/normativno-pravovye-dokumenty/proektirovanie-inzhenernye-izyskaniya/45556/

2. Кирюшина Н.К., Пузакова А.И., Степанов В.Н. Опыт применения средств и методов шумозащиты при реконструкции и строительстве транспортных магистралей в городе Москве // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов II Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 17–19 марта 2009 г.). Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2014. С. 372–381.

3. Балакин, В.В. Экологическая оценка вариантов трассы городских дорог и транспортных развязок // Транспортное строительство. 1998. N 1. С. 16–17.

4. Тюрина Н.В. Применение акустических экранов для снижения шума в жилой застройке // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2006 г.). Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2015. С. 97–112.

5. Шубин И.Л., Никольский А.И. Опыт снижения шума в г. Москве // Защита населения от повышенного шумового воздействия :Сборник докладов Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2006 г.) Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2015. С. 58–65.

6. Wirksame Schallschutzbarriere, tis. 2002;44, № 9, с. 48.

7. Sorvig Kim. A sound solution. Planning (USA). 2001, 67, № 4. С. 10–15.

8. Cliquot de Mentque C. Traiter le bruit: des solutions a la portee de tous. Environ. mag. 2001, № 1594, с. 59–61.

9. Кочнев А. П. Испытанные в Санкт-Петербурге градостроительные жилые комплексы с шумозащитной функцией. Реабилитация городских территорий по шумовому загрязнению. Планы достижения // Защита населения от повышенного

шумового воздействия: Сборник докладов II Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 17–19марта 2009 г.). Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2014. С.160–179.

10. Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения уровней шума. М.: Стройиздат, 1984. 46 с.

11. Поспелов П.И. Опыт применения акустических экранов на МКАД и перспективы их применения на автомобильных дорогах // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 21–22марта 2006 г.). Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2015. С.77–82.

12. Поспелов П.И., Строков Д.М., Щит Б.А. Шумозащитные сооружения – элемент автомобильных дорог // Защита населения от повышенного шумового воздействия: Сборник докладов II Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Россия, Санкт-Петербург, 17–19 марта 2009 г.) Санкт-Петербург: Балт. гос. техн. ун-т, изд. ИННОВА, 2014. С.112–116.

13. Карпов С.Ю., Страчков Н.А. Повышение эстетических качеств шумозащитных сооружений в городском экологическом строительстве // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы Всерос. науч.-техн. конф. молодых исследователей (с междунар. участием), Волгоград, 21–26 апр. 2014 г. ВолгГАСУ, Волгоград, 2014. С. 87–89.

14. Балакин В. В. Шумозащитные сооружения в дорожно-мостовом и городском строительстве // Актуальные вопросы строительства. Вторые Соломатовские чтения: материалы Всерос. науч.-техн. конф. Саранск. Изд. Морд.ун-та, 2003. С. 442–446.

Gavrilova N.S., Zheltonogova A.A. *Justification of noise protection measures on steps of urban roads and transportation joints*

УДК: 528.92:652.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ МЕТОДОМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Гайворонская Д.В. (гр. СУЗ-1-20),
Махов И.Д. (аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве»)

Научный руководитель – д-р геогр. наук, профессор Анопин В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Приведены результаты анализа существующих требований соответствия параметров автомобильных дорог нормативным данным. Обоснована целесообразность определения изменения пространственного положения элементов дорожных объектов методом геодезических координат. Дана оценка эффективности применения приборов, обеспечивающих возможность координатного метода определения положения и параметров дорожных сооружений.

The results of the analysis of the existing requirements for the correspondence of the parameters of highways to the normative data are presented. The expediency of determining the change in the spatial position of elements of road objects by the method of geodetic coordinates has been substantiated. An assessment of the effectiveness of the use of devices providing the possibility of a coordinate method for determining the position and parameters of road structures is given.

Автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения, находящиеся под воздействием разнонаправленных динамических нагрузок, климатических и других факторов. При их проектировании и строительстве учитываются определённые требования, обеспечивающие функциональные возможности и безопасность движения. В первую очередь эксплуатационные характеристики и геометрические параметры трассы, основания и дорожного полотна.

Для качественной оценки состояния автомобильной дороги необходимы данные не только о фактических отклонениях от нормативных требований, но и о динамике изменения диагностируемых параметров. Использование традиционных инструментальных методов требует больших затрат для обеспечения единства измерений, например, создания специальной реперно-пикетной сети железных дорог [1]. Решить проблему определения соответствия параметров автомобильной дороги проекту можно путём использования геодезических координат, применяя современные гироскопические, инерциальные и лазерные измерительные средства. Пространственное положение элементов дорог и их геометрических параметров, включая отклонения в горизонтальной и вертикальной плоскости, может быть вычислено геодезическими методами по координатам. Важным их достоинством является то, что геодезические координаты, определяющие пространственное положение объекта, можно преобразовывать из одной системы в другую [2]. Координатные методы оценки состояния дорог могут быть использованы для различных расчётов, определяющих взаимное расположение элементов автомобильной дороги и их положение в пространственной системе координат. Применение координатных методов позволяет использовать геоинформационные технологии (ГИС-технологий), разработанные и применяемые на базе современных электронных средств обработки информации [3], для выявления динамики изменения параметров и проведения мониторинга состояния автомобильных дорог.

Инженерно-геодезические работы при изысканиях, строительстве и эксплуатации транспортных сооружений должны проводиться и оформляться в строгом соответствии с существующими нормативными положениями. Наиболее важной документацией для дорожных информационных систем являются каталоги координат пунктов геодезического обоснования и крупномасштабные топографические карты. При электронном представлении материалов целесообразно создание базы данных геодезического обоснования и цифровых моделей местности.

Наличие базы данных обеспечивает возможность кардинального упрощения и упорядочивания, сбора, хранения и извлечения информации, проведение анализа данных необходимой документации информации о ранее картографированых участках, расположенных в районепланируемых работ; выявления структуры электронных слоёв используемых для создания цифровых моделей местности.

В базах данных систематизируются материалы, содержащие информацию о прямоугольных координатах и отметках геодезических пунктов, а также их местоположении. Эта информация содержится в карточках закладки и расположения пунктов с подробной геометрией, а также в результатах регулярных их осмотров. Она хранится в виде текстовых файлов с различными уровнями иерархических баз данных. В базе данных также приводятся способы определения координат геодезических пунктов (непосредственно из полевых измерений, по материалам аэрофотосъёмки и т.д.).

Методы получения данных пространственного положения элементов дороги (геодезических координат) различны. В соответствии с их видом используют различные средства определения расположения объектов в выбранной системе координат.

В настоящее время применяются несколько видов приборов диагностической аппаратуры. Наиболее распространёнными средствами определения пространственного положения элементов дороги и объёктов её инфраструктуры являются спутниковые системы определения координат (GPS и ГЛОНАСС), различные типы тахеометров, лазерных сканеров, фотограмметрические и другие приборы и оборудование. Выбор средств и методов вычисления пространственного положения объекта зависит от требований к точности определения координат, элементов взаимного положения дорожных объектов (углов, линий), необходимой детализации съёмки, производительности или скорости съёмки и других показателей. Приборы и оборудование, работая которыми применяют координатный метод определения геометрических параметров, представляют собой современные измерительные средства для диагностики состояния дорог. Каждый из этих приборов имеет значительно более широкие функциональные возможности по сравнению с аналогами, в основе работы которых лежат другие принципы работы.

По аналогии с [2], аппаратура для определения фактического положения размеров насыпи дорожного полотна, выкраев осевой минимум дороги и т.д., а также объектов придорожной инфраструктуры должна включать GPS – приёмники, блок гироскопов, пикетажный датчик и компьютер. Работа GPS – приёмников и блока гироскопов должна выполняться синхронно для обеспечения возможности последующей совместной обработки измерений.

Жестко связанные с геодезическими координатами геометрические параметры дороги удобны для использования как организациями, выполняющими строительство и реконструкцию автомобильных дорог и придорожной инфраструктуры, так и структурами управления, работающими с геоинформационными системами различного уровня.

Внедрение изложенных методов определения параметров автомобильных дорог и объектов придорожной инфраструктуры создаёт возможность не только проводить работы в режиме мониторинга, но и в нём же выполнять обработку данных, обеспечивая фиксацию изменившихся

параметров. Это позволит существенно повысить уровень качества диагностики состояния дорог и придорожной инфраструктуры. При этом будет достигнута возможность осуществления своевременного прогноза их технического состояния, определения сроков различного рода предупредительно – восстановительных работ и в результате снижения эксплуатационных показателей.

Библиографический список:

1. Специальная реперная система контроля состояния железнодорожного пути в профиле и плане: технические требования – М : ВНИИЖТ, 1998. – 38 с.

2. Щербаков В.В., Ковалёва О.В. Координатный метод определения геометрических параметров железных дорог // Геодезия и картография №9, 2004. – С. 22-25.

3. Анопин В.Н., Рулёв А.С., Березовикова О.Ю. Использование ГИС- технологий при картографировании урболандшафтов г. Волгограда // Вестник ВолгГАСУ. Сер. : Стр-во и архит. 2012. Вып. 26(45). С. 200-207.

4. Середович В.А., Фарулев Д.А. Компьютерные технологии при создании баз данных в топографическом производстве // Геодезия и картография №9. 2007.– С. 25-27.

Gayvoronskay D.V., Mahov I.D. *Determining the spatial position of road elements by the method of geodetic coordinates*

УДК 624.042

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ НАВАЛЕ СУДНА

Герасимов О.Н.

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

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Овчинников И.Г.

Тюменский индустриальный университет

Для существующих мостов крайне необходимо, чтобы катастрофический отказ всей конструкции был предотвращен. При навале судов и барж на мостовые опоры возможно развитие прогрессирующего разрушения моста. В работе рассматривается компьютерное моделирование прогрессирующего разрушения неразрезной эстакады на подходе к вантовому мосту в Китае, симулирующее реальное происшествие. Показано, что компьютерное моделирование позволяет довольно корректно описать процесс прогрессирующего разрушения мостового сооружения и потому оно может использоваться с целью анализа возможных последствий неконтролируемого навала судов на опоры мостовых сооружений. Также на основе анализа результатов моделирования и исторического опыта рассматриваются рекомендации по предотвращению прогрессирующего разрушения неразрезных балочных мостов от навала судов.

For existing bridges, it is imperative that catastrophic failure of the entire structure be prevented. When ships and barges are piled on bridge supports, progressive destruction of the bridge is possible. The paper deals with computer modeling of the progressive destruction of a continuous overpass on the way to a cable-stayed bridge in China, simulating a real accident. It

is shown that computer modeling allows a fairly correct description of the process of progressive destruction of bridge structures, and therefore it can be used to analyze the possible consequences of uncontrolled bulk of ships on the supports of bridge structures. Also, based on the analysis of modeling results and historical experience, recommendations are considered to prevent the progressive destruction of continuous beam bridges from the bulk of ships.

Проблема прогрессирующего разрушения промышленных и гражданских сооружений довольно широко освещена в зарубежной и даже отечественной научной и нормативной литературе [1,2,3 и другие]. В то же время анализу прогрессирующего разрушения мостовых сооружений начинает уделяться внимание в зарубежных [4,5,6] и недавно в российских [7,8,9] публикациях. Прогрессирующее разрушение – это непрерывное распространение и увеличение начального (локального) разрушения сооружения, которое характеризуется диспропорцией между малым первоначальным разрушением и вызванным им широко распространенным разрушением. В статье [9] анализируется вопрос обеспечения безопасной эксплуатации мостов в случае прогрессирующего их разрушения и указывается, что в нашей стране этот вопрос не получил должного внимания. Отмечаются три вида причин, которые вызывают аварии мостовых сооружений: катастрофические природные воздействия, ошибки проектирования и дефекты монтажа, плохая эксплуатация и пропуск сверхнормативной нагрузки, а также обсуждаются вопросы защиты сооружений от прогрессирующего разрушения. Рассмотрены примеры прогрессирующего разрушения мостов, вызванного коррозией арматуры или разрушением некоторых силовых элементов мостов и указывается на необходимость проведения исследований прогрессирующего разрушения мостов и разработки соответствующих нормативных документов по его предотвращению.

В данной работе рассмотрим возможный случай прогрессирующего разрушения мостового сооружения, вызванного навалом судна. Причинами столкновения судов с опорами мостов могут: быть поломка судна и потеря управления, человеческий фактор, гидрометеорологические факторы, недостаточная величина подмостового габарита. В результате столкновения судна с опорой моста может произойти повреждение и последующее разрушение опоры, которое приводит к перераспределению сил, действующих на пролетные строения из-за уменьшения степени их статической неопределимости и даже превращению пролетного строения в механизм с последующим обрушением.

В конце девяностых годов во время строительства моста через Волгу у села Пристанное в Саратовской области произошел навал баржи на опору моста, причем надвижка пролетного строения еще не производилась. Опора осталась на месте, значительных повреждений на видимой части не было обнаружено, но нос баржи был сильно деформирован и даже порван. В процессе обследования баржи, отбуксированной в док, удалось установить величину энергии, вызвавшей такое ее разрушение и по ней определить величину силы, с которой баржа ударила по опоре. Так как величина этой

силы оказалась меньше допустимой величины, на действие которой рассчитывалась опора, то никаких дальнейших работ по усилению опоры не проводилось.

Совсем другая ситуация имела место при столкновении баржи с опорой эстакады на подходе к однопилонному вантовому мосту в Китае [10] (рис.1,2).

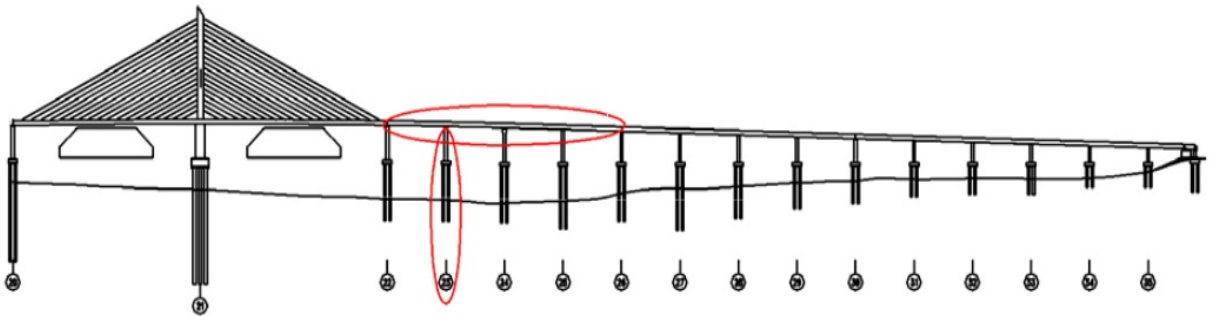


Рис. 1. Схема вантового моста с местом навала баржи

Эстакада была выполнена из неразрезных балок с пролетами по схеме 15×50м+40м. Летом 2007 г. баржа, груженная двумя тысячами тонн песка, нарушила правила прохождения фарватера реки и врезалась в опору моста №23. Это привело к обрушению железобетонных опоры и пролетов моста на протяжении 200 метров. Анализ прогрессирующего разрушения моста проводился с использованием конечно элементного моделирования, причем использовалась динамическая модель материала моста, учитывалось взаимодействие между сталью и бетоном, предварительное напряжение и взаимодействие между сваями основания опоры и грунтом.

Рис. 2. Разрушенный участок моста

Моделирование баржи - один из важных моментов при моделировании столкновения. Так как скорость удара баржи на опору относительно мала, то ее деформации сосредоточены в локальной носовой области, тогда как другие части, расположенные далеко от зоны удара, почти не деформировались. Поэтому носовая часть баржи моделировалась густой сеткой деформируемых конечных элементов, а остальная часть баржи твердотельными конечными элементами. Железобетонные конструкции

моста моделировались шестигранными конечными элементами, причем для повышения точности расчетов размеры элементов важных зон опоры №23, подвергшейся удару, и зон взаимодействия, таких как верхняя и нижняя часть стоек опор и сваи, составлял 0,15м, а в других зонах 0,30м. Размер элемента неразрезной балки в обрушившихся пролетах составлял 1,0 м. Для других опор и балок размер элементов составлял 0,5м и 4,0м соответственно.

В целом прогрессирующее разрушение рассматриваемого моста можно разделить на две фазы. Первая фаза – это разрушение опоры №23 от навала баржи, а вторая – последующее прогрессирующее разрушение соседних пролетов. В процессе моделирования столкновения [10] было обнаружено, что опора №23 не способна противостоять силе удара баржи. Через 0,4 секунды после удара в нижних частях стоек опоры и в верхних частях свай образовались трещины. Причем, по мере увеличения поперечного смещения ростверка повреждения в нижних частях стоек опоры и в верхних частях свай становились тяжелее. По мере того, как свайный ростверк все больше деформировался, бетон стоек мостовой опоры полностью разрушался (рис.3).

В результате связь стоек опоры с ростверком осуществлялась только арматурными стержнями, что привело к резкому снижению несущей способности свай и деформации ростверка под действием силы тяжести пролетного строения. В результате стойки и ригель разрушились, а их элементы упали на баржу.

Смоделированный процесс прогрессирующего разрушения моста показан на рис. 4 [10].

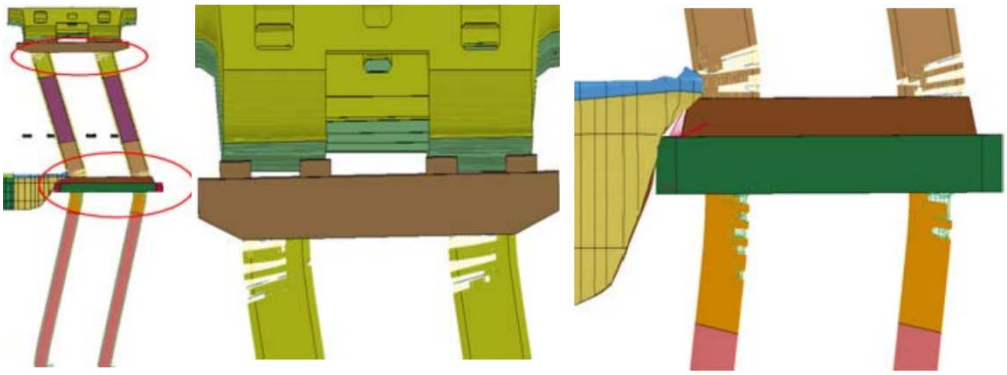


Рис. 3. Деформации свай и стоек опоры

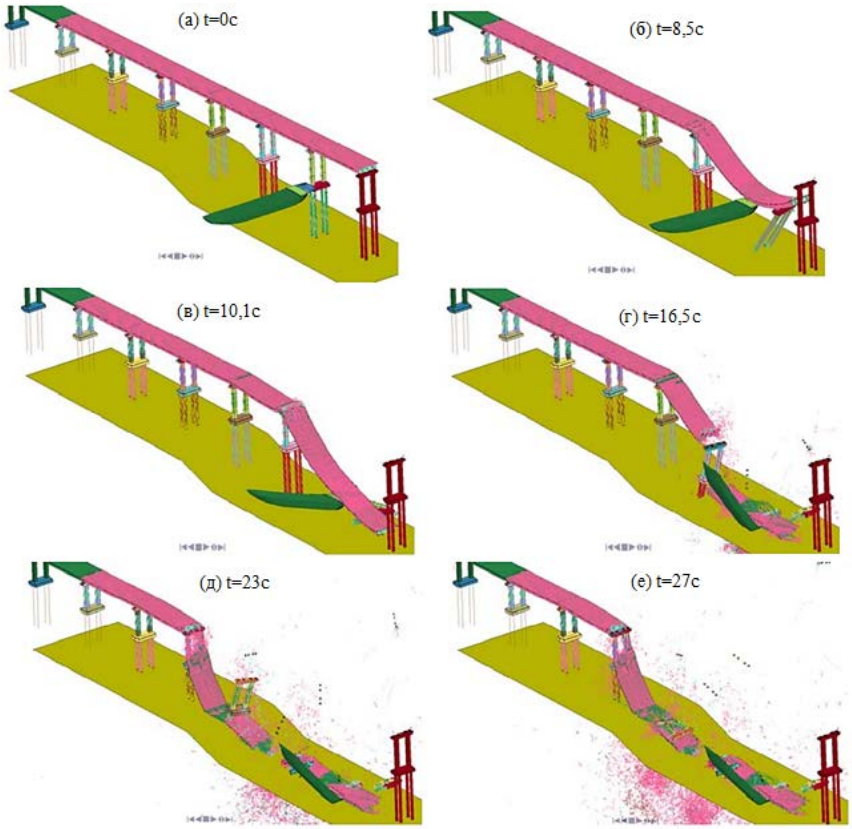


Рис. 4. Процесс прогрессирующего разрушения эстакадной части моста

Вслед за обрушением опоры №23 через 0,69с после удара неразрезное пролетное строение соседнего пролета начало падать в реку, как это показано на рис. 4(б). Затем после удара концом падающего пролета о дно реки неразрезной пролет сломался, а оставшаяся часть пролета начала вращаться вокруг ригеля опоры №24 до тех пор, пока она не ударилась о ростверк опоры №24, как показано на рис. 4(в). От этого удара опора №24 обрушилась, что привело к падению следующего пролета (Рис. 4(г)). Затем опора №25 разрушилась аналогично опоре №24. Пролетное строение моста без поддержки опоры №25 упало и повернулось вокруг ригеля опоры №26 (Рис. 4 (д)). Но пролетное строение не задело ростверк опоры №26, потому что более высокое русло реки на участке между опорами №25 и №26 воспрепятствовало окончательному повороту неразрезного пролетного строения после удара о дно реки, как показано на Рис. 4(е).

Следовательно, разрушение опоры №23 было вызвано не только ударом баржи, но и силой тяжести падающего пролетного строения, а прогрессирующее разрушение началось после обрушения опоры №23.

В рассматриваемом случае (в отличие от случая навала баржи на опору моста через Волгу) сила удара баржи на опору превышала допустимое значение, в результате опора повредилась, и это привело к перераспределению внутренних усилий в конструкции моста и в дальнейшем к прогрессирующему разрушению значительной части моста.

Можно сказать, что выполненное конечно-элементное моделирование воспроизвело картину прогрессирующего разрушения, которая хорошо

согласуется с реальным процессом разрушения мостового сооружения. Следовательно, метод компьютерного моделирования, использованный в работе [10], является эффективным инструментом, позволяющим исследовать возможные механизмы прогрессирующего разрушения мостовых сооружений.

Однако с инженерной точки зрения надо не наблюдать и моделировать происшедшее прогрессирующее разрушение мостовых сооружений, а не допускать его еще на стадии проектирования.

Наиболее популярным в настоящее время способом обеспечения безопасности мостовых сооружений от прогрессирующего разрушения при навале судов, а также ледяных полей во время ледохода является использование специальных ограждений мостовых опор – палов. Например, на Крымском мосту от навала судов предусмотрены специальные гидротехнические сооружения – палы, выполненные из труб, расположенных по кругу, и стянутых десятитонными кольцами. Внутри труб уложен бетон и природный камень. Снаружи палы прорезиненные, поэтому не только защитят опоры от возможного столкновения с судном, но и не допустят значительного повреждения судов при навале на палы.

Местоположение палов должно быть выбрано таким образом, чтобы все самые острые углы «атаки» судна при выходе из строя рулевого управления или других элементов смогли защитить конструкцию моста от соприкосновения. Всю энергию удара, весь вес судна принимает на себя пал.

Важно также уделять внимание мониторингу прохода всех судов строго в пределах подмостового габарита и применять навигационное оборудование, которое как в дневное, так и в ночное время помогает судоводителям беспрепятственно проходить опасный участок.

Рис. 5. Палы – защитные конструкции Крымского моста

Библиографический список:

1.Волков А.А. Расчеты конструкций зданий на прогрессирующее обрушение в условиях чрезвычайных ситуаций. Общие основания и оптимизация проекта / А.А. Волков, М.С. Вайнштейн, Р.Ф. Вагапов // Вестник МГСУ. – 2008. – №1. – С. 388–392.

2. Алмазов В.О. Сопротивление прогрессирующему разрушению: расчеты и конструктивные мероприятия // Вестник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко «Исследования по теории сооружений». – 2009. – №1 (XXVI). – С. 179–194. 3. Грачев В.Ю. Непропорциональное разрушение. Сравнение методов расчета / В.Ю. Грачев, Т.А. Вершинина, А.А. Пузаткин. – Екатеринбург: Ажур, 2010. – 81 с.

4. Ghali, A., and Tadros, G. Bridge progressive collapse vulnerability // Journal of Structural Engineering. – 1997. – №123 (2). – Pp. 227–231.

5. Starossek, U. (1999). Progressive collapse study of a multi-span bridge // IABSE, Structural Engineering International. – 1999. – №9 (2). – Pp. 121–125.

6.Starossek, U. Progressive Collapse of Bridges -Aspects of Analysis and Design // Invited Lecture, International Symposium on Sea-Crossing Long-Span Bridges. – Mokpo, Korea, Feb. 15-17, 2006. – Pp. 1–22.

7.Овчинников И.И., Тимофеев В.В., Овчинников И.Г. Проблема прогрессирующего разрушения транспортных сооружений// Роль опорного вуза в развитии транспортно-энергетического комплекса Саратовской области (ТРАНСЭНЕРГОКОМ-2018). Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Саратов, 16–17 мая 2018 г. Том 1. 428 с.с. 366 – 371.

8.Тимофеев В.В., Овчинников И.Г. О прогрессирующем разрушении мостовых сооружений// Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: материалы XII Международной науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 23-25 мая 2018 г., Волгоград / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград : ВолгГТУ, 2018. 323 с. с. 73 – 79.

9.Караханян В.Б., Овчинников И.И., Баев М.А., Овчинников И.Г. Особенности прогрессирующего разрушения применительно к мостовым сооружениям // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №2, 20 с.https://t-s.today/PDF/12SATS220.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/12SATS220

10.Kai Zhao, Progressive collapse mechanism of continuous girder bridges under barge collision / Kai Zhao, Yanchen Song, Junjie Wang // The 2014 World Congress on Advances in Civil, Environmental, and Materials Research (ACEM14) – Busan, Korea, August 24-28, 2014.

Gerasimov O.N, Ovchinnikov I.G. Possibility of progressive destruction of bridge structures in a ship collision

УДК:528.92

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Захаров Я.С., Крафт С.А. (гр. СУЗ-1-20),

Научный руководитель – д-р геогр. наук, профессор Анопин В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Изложены результаты анализа возможности применения существующей методологии геоинформационных технологий для картографирования ландшафтов полос отвода автомобильных дорог и придорожных территорий. Приведены предложения по уточнению отдельных положений метдов конкретного выполнения работ.

The results of the analysis of the possibility of using the existing methodology of geoinformation technologies for mapping landscapes of right-of-way roads and roadside areas are presented. Suggestions for clarifying certain provisions of the methods of specific work performance are given.

Основным назначением ландшафтных разработок в транспортном строительстве является оптиматизация технологий выполнения работ по обустройству придорожных территорий, достижение экологически благоприятного и высоко эстетичного состояния компонентов природной среды. Проектирование работ создания и рекультивации придорожных лесонасаждений должно выполняться по материалам детального изучения методики геоинформационных систем состояния и последующего картографирования полос отвода автомобильных дорог и прилегающих территорий.

В результате проведения научных работ на стыке геоинформатики и картографирования возникло новое направление применения геоинформационных систем − геоинформационное картографирование, являющееся комплексным картографированием в электронной среде [1].

Геоинформационное картографирование использует достижения космического картографирования, дистанционного зондирования, картографического метода исследований и математико-картографического моделирования.

В настоящее время разработки геоинформационных систем стали основой для интеграции геоэкологических, почвенных, гидрогеологических лесозащитных, лесомелиоративных и других дисциплин в комплексных системных исследованиях. Особенно они эффективны при изучении сложных антропогенно-природных геосистем и проектировании на техногенно изменённых территориях природоохранных и мелиоративных мероприятий. Компьютерная визуализация природно – техногенных данных транспортных объектов находят все более широкое применение, так как практически все экологические проблемы и кризисные ситуация возникают на конкретных придорожных территориях. Информация о пространственно-временных закономерностях их проявления используется при разработке научно обоснованных адаптивно – ландшафтных мероприятий, в т.ч. и планирование работ придорожного защитного лесоразведения [2].

Важнейшим источником данных для географических информационных систем являются материалы дистанционного зондирования, получаемые с носителей авиационного и космического базирования – аэро – и космофотоснимки.

В последнее время наряду с ними всё более широко используются материалы других типов съемки — телевизионные и сканерные снимки высокого разрешения, выполняемые с регулярной повторяемостью и позволяющие проводить мониторинг состояния изучаемых территорий с ресурсных спутников. Их достоинством является возможность изучения состояния тех же объектов, что и на фотоснимках, но при автоматизированном вводе в базы данных материалов, поступающих в цифровом виде.

До настоящего времени весьма актуальным является решение вопросов ландшафтного дешифрирования. Наиболее полно и детально разработана методика топографического дешифрирования. Широко используются методики геоэкологического, геоморфологического, геоботанического, почвенного и других его видов, основывающиеся на выявлении зависимостей между свойствами объекта и характером его изображения на снимках. В тоже время имеются нерешённые вопросы в дешифрировании породного состава лесонасаждений. На снимках чётко различимы лиственные и хвойные насаждения, можно определить их биометрические показатели, сомкнутость крон, полноту, но очень проблематично достоверно выявить их видовой состав.

Важным этапом аэрокосмического картографирования является полевое эталонирование снимков [3]. В таксономическом отношении подлежат изучению и оценке урочища или группы фаций, которые можно различить на фотоизображениях, охарактеризовать и экстраполировать в пределах изучаемого участка придорожной территории. Обязательным является полевой контроль, при котором осуществляют выборочную оценку достоверности и детальности дешифрирования экстраполируемой территории. Минимальное значение достоверности положения границ контуров допускается 95%.

В рамках концепции адаптивно-ландшафтного обустройства придорожных ландшафтов на основе объединения достижений аэрокосмических исследований, мониторинга и компьютерного картографирования В.Н. Анопиным и с А.С. Рулевым разработана методология картографо-аэрокосмического мониторинга состояния техногенно преобразованных земель [2, 4]. При её использовании предлагается составление математико-картографических моделей ландшафтов в трех пространственно-временных срезах: естественных (природных), современных техногенно преобразованных и культурных мелиорированных с обязательным прогнозом динамики хода природно – техногенных процессов.

В процессе изучении изменяющих ландшафты процессов возникает необходимость интерполяции полей природных явлений, т.е. определения по данным выполненных наблюдений значений характеристик в узлах расчетной сетки модели. К настоящему времени разработаны различные методы интерполяции и составлены пакеты прикладных интерполяционных программ, позволяющие упростить и ускорить выполнение необходимых расчетов.

В придорожных ландшафтах происходит интенсивное взаимодействие природных и техногенных факторов. Составляющие преобразованную геосистему компоненты в процессе трансформации солнечной энергии, влагооборота, биогеохимического круговорота вещества и энергии, выбросов поллютантов автомобильного транспорта функционально объединяются. Происходит сильно изменение по сравнению с

естественными ландшафтами латерального потока вещества и энергии. Материалы аэрокосмических съемок дают возможность фиксировать изменения снегоотложений плоскостной и линейной эрозии почв, дефляции, а также ареалы интенсивного воздействия поллютантов на древесную растительность.

Основы критерий ухудшения свойств почв и состояния лесонасаждений надежно опознаются на аэро-космических фотоснимках по рисунку и тону фотоизображения

Тон снимка с увеличением степени смытости почв становится более светлым, меняется текстура изображения. Локализация участков смытых почв латерально увеличивается по ландшафтной катене от общего площадного осветления при слабом смыве к линейным ареалам средне- и сильносмытых почв. При этом, можно четко разделить территории с дигрессией древесной и травяной растительности [5].

Участки с проявлением деградационных процессов в очень слабой степени принято относить к фоновым ландшафтам. Они, обычно, приурочены к водораздельным и приводораздельным поверхностям с малыми уклонами и в силу интенсивного воздухообмена незначительной загазованностью атмосферного воздуха.

Умеренный уровень деградации придорожных лесонасаждений характеризуется наличием небольших участков слабо- и среднесмытых почв и умеренным воздействием поллютантов. Они, в основном, расположены в местах прохождения дорог по пологим склонам.

Участки придорожной территории с высоким уровнем нарушенности деградационными процессами обычно занимают среднюю и частично нижнюю части круто склонов, и характеризуются как высоким развитием эрозионных процессов, так и интенсивным выбросом поллютантов транспортными средствами при преодолении ими подъёмов.

В урболандшафтах сухостепной зоны большая часть признаков эрозионной деградации почв и общей дигрессии всех видов растительности может отчётливо дешифрироваться в камеральных условиях по фотосникам при использовании фотограмметрических приборов без дополнительного полевого эталонирования.

Таким образом, применение геоинформационных технологий при составлении проектов адаптивного обустройства придорожных ландшафтов обеспечивает высокий технический эффект. Значительно снижаются сроки выполнения работ и трудозатраты.

Разработанные оценочные шкалы деградации ландшафтов обеспечивают возможность составления ландшафтно-экологических карт, наиболее полно и объективно отражающих современное состояние придорожных территорий и, что особенно важно произрастающих на них защитных лесных насаждений.

В то же время нельзя не отметить необходимость дальнейшего уточнения и детализации особенностей выполнения дешифровочных работ,

особенно при картографировании деградационных процессов и ландшафтном планировании мероприятий по рекультивации сильно деградированных придорожных лесных насаждений.

Библиографический список:

1. Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование / А. М. Берлянт. – М., 1997. – 62 с.
2. Анопин, В. Н. Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья / В. Н. Анопин, А. С. Рулев. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2007. – 168 с.
3. Аэрофотографическое эталонирование и экстраполяция. – Л., 1967. – 156 с.
4. Рулев, А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации / А.С. Рулев – Волгоград, 2007. – 160 с.
5. Анопин, В. Н. Картографирование урболандшафтов с применением геоинформацтонных технологий / В.Н. Анопин, А.С. Рулёв, С.А. Матовников. Н.Г. Матовникова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 39 (58). С. 68-81.

Zaharov Ya.S., Kraft S.A. *Geoinformational mapping of roadside landscapes*

УДК 69.009

СТАНОВЛЕНИЕ ИНСТИТУТА ЭКСПЕРТНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТА

Кривчиков Н.М. (гр. СМ-10-20)

Научный руководитель – канд. экон. наук, профессор Карпушко Е.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Практически ни одно строительство не происходит без внесения изменений в проектную документацию. При каждом внесении изменений, необходимо вновь проходить повторную экспертизу. Разновидностью повторной экспертизы является экспертное сопровождение проекта. Предметом экспертизы в ходе экспертного сопровождения является оценка изменений в проектную документацию в более сокращенном формате, чем при полноценной повторной экспертизе. Компетентное владение этим инструментом будет способствовать сокращению сроков строительства, быстрейшему вводу объекта в эксплуатацию, а это, в свою очередь, является целью любого инвестиционно-строительного проекта.

Almost no construction takes place without making changes to the design documentation. Each time a change is made, it is necessary to undergo a re-examination again. A kind of re-examination is the expert support of the project. The subject of expertise in the course of expert support is the assessment of changes in project documentation in a more abbreviated format than in a full-fledged re-examination. Competent possession of this tool will help to reduce the construction time, the fastest commissioning of the facility, and this, in turn, is the goal of any investment and construction project.

Очень часто в последнее время приходиться слышать, что большая часть вопросов в строительстве связана с неудовлетворительным качеством проектных работ, с низкой квалификацией исполнителей, что отбор происходит на конкурсах (торгах), где главным критерием является цена контракта, а уровень квалификации отодвигается на второй план. Анализ статистических данных показывает, что данные утверждения имеют право

на существование. Согласно данным Главгосэкспертизы России [4], количество подготовленных отрицательных заключений за 2019-2021 гг. находится в диапазоне 10 % (рисунки 1-3).

При каждом внесении изменений в проектную документацию, необходимо вновь проходить трудоемкий цикл прохождения повторной экспертизы. Помимо этого, застройщик вынужден терять 42 рабочих дня (максимально установленный срок ее проведения регламентирующими документами). Главгосэкспертизой предложено внедрение института экспертного сопровождения проектов, которое будет направлено на упрощение процедуры повторной экспертизы проектной документации, получившую положительное заключение.

Рис. 1. Распределение совокупных объемов заключений государственной экспертизы по результату экспертизы и видам организаций за 2019 г.

Рис. 2. Распределение совокупных объемов заключений государственной экспертизы по результату экспертизы и видам организаций за 2020 г.

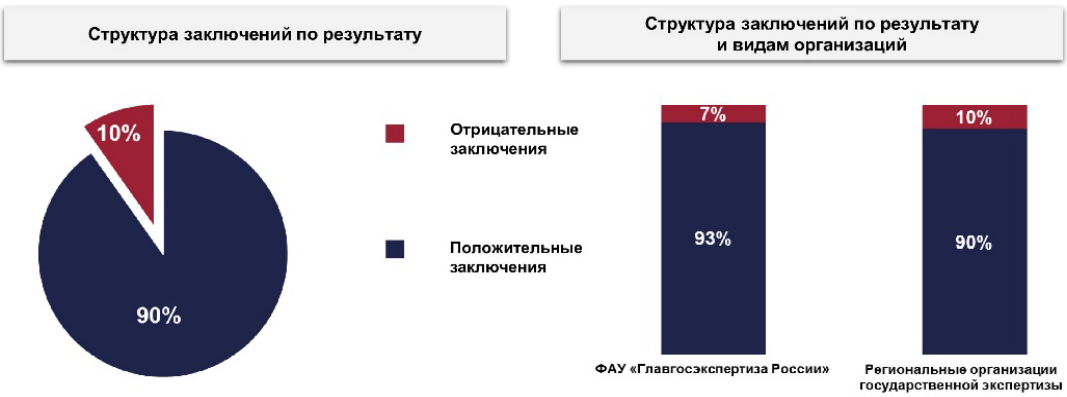


Рис. 3. Распределение совокупных объемов заключений государственной экспертизы по результату экспертизы и видам организаций за 1 квартал 2021 г.

Федеральным законом от 27 июня 2019 г. № 151-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в Градостроительный кодекс Российской Федерации введено понятие экспертного сопровождения.

Оценку соответствия изменений, внесенных в проектную документацию, получившую положительное заключение экспертизы проектной документации, требованиям технических регламентов, заданию на проектирование, результатам инженерных изысканий по решению застройщика или технического заказчика может осуществлять орган исполнительной власти или организация, проводившими экспертизу проектной документации в форме экспертного сопровождения.

Экспертиза в форме экспертного сопровождения – это оценка соответствия изменений, внесенных в проектную документацию, получившую положительное заключение государственной экспертизы проектной документации (в том числе изменений, не предусмотренных частью 3.8 статьи 49 ГрК), требованиям технических регламентов, санитарно-эпидемиологическим требованиям, требованиям в области охраны окружающей среды, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, требованиям к безопасному использованию атомной энергии, требованиям промышленной безопасности, требованиям к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики, требованиям антитеррористической защищенности объекта, заданию застройщика или технического заказчика на проектирование, результатам инженерных изысканий, осуществляемая в форме экспертного сопровождения [3].

Правительством РФ принято постановление № 1948 от 31.12.2019 г., которое внесло изменения в Положение об организации и проведении государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 5 марта 2007 г. № 145. А именно:

- введено понятие государственной экспертизы в форме экспертного сопровождения;
- закреплена процедура проведения экспертного сопровождения, порядка заключения договора на экспертное сопровождение;
- установлен перечень документов, которые необходимо направить в экспертную организацию для проведения экспертного сопровождения;
- закреплен предмет экспертного сопровождения;
- регламентированы сроки экспертного сопровождения.

Экспертное сопровождение проектов – это процедура, требующая постоянного взаимодействия, как с методической, так и с организационной точки зрения, а также особенного контроля. За время функционирования

института экспертного сопровождения (на 1 квартал 2021 г.) в Главгосэкспертизе заключено около 130 договоров на экспертное сопровождение проектов, по 40 из них выданы заключения.

Рассматривая проблемы, выявленные в ходе начальной практики экспертного сопровождения, Главгосэкспертиза отмечает, что у заказчика пока нет четкого понимания формата данной работы, что и в каком виде надо подавать на рассмотрение в рамках договора. Притом, что предметом оценки экспертов здесь становится соответствие изменений, внесенных в проектную документацию, нормам и ранее согласованным решениям, зачастую на экспертизу подается рабочая или исполнительная документация, нет справки с информацией о вносимых изменениях, расчетное обоснование. Кроме того, важно учитывать, что рассмотрение изменений по каждому запросу в течение года ведется поочередно, а не параллельно [4].

Предмет экспертизы в ходе экспертного сопровождения - оценка изменений в проектную документацию в более сокращенном формате, чем при полноценной повторной экспертизе. Застройщик в полной мере несет ответственность за полноту и качество проектной документации, вносит коррективы в нее. Поэтому никто не требует от него повторно проводить инженерные изыскания на период строительства. Положительный результат в решении данного вопроса может дать комплексная работа заказчика и проектировщика по заключению договора на экспертное сопровождение проекта, его предмета.

В условиях внедрения цифровизации, вся проектная документация, за исключением проектов, содержащих государственную тайну, проходит экспертизу в электронном формате. Все замечания, сроки исполнения с момента загрузки материалов в систему фиксируются, и могут быть взяты из архивов в случае необходимости, что повышает уровень ответственности участников строительного процесса и вносит коррективы в порядок повторного прохождения экспертизы.

Таким образом, грамотное владение инструментом экспертного сопровождения всеми заинтересованными сторонами позволит застройщику быстрее завершать строительство и вводить объект в эксплуатацию, что и является общей конечной целью всех участников инвестиционно-строительного проекта, а особенности оценки изменений, внесенные в проект в ходе экспертного сопровождения, должны соотноситься с другими частями проектной документации.

Библиографический список:

1. Николайчук А.С. Оптимизация процедуры проведения строительной экспертизы. Ж.: «Сметно-договорная работа в строительстве», № 11, 2019, с.51-55

2. Филь О.А., Фадль М.Р. «Организация комплексного сопровождения проектов строительства». Ж.: «Инженерный вестник Дона», №4(55), 2019, с.55

3. Экспертное сопровождение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/trades/gradostroitelnaya-deyatelnost-i-arhitektura/ekspertnoe-soprovozhdenie/. – Дата доступа: 28.04.2021.

4. Организации государственной экспертизы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gge.ru/analytics/organizatsiya-gosudarstvennoy-ekspertizy/. – Дата доступа: 28.04.2021.

Krivchikov N.M. *Establishment of the institute of expert support of the project*

УДК 624.21.016

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Крошнева Е.В. (СМ-3-19), Макаров А.В. (СиЭТС)

Волгоградский государственный технический университет

В настоящее время состояние многих мостовых сооружений определяется серьезным физическим износом, что, в свою очередь, обуславливает необходимость постоянно подвергать контролю и оценке мостовые сооружения, размещенные на автодорогах страны на состояния. Содержание статьи посвящено методическим аспектам оценочной процедуры, реализуемой в отношении технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах РФ.

At present, the condition of many bridge structures is determined by serious physical wear and tear, which, in turn, makes it necessary to constantly monitor and evaluate the bridge structures located on the country's roads for a long time. The content of the article is devoted to the methodological aspects of the assessment procedure implemented in relation to the technical condition of bridge structures on the highways of the Russian Federation.

Вопрос надежной работы сооружений, возводящихся или уже использующихся в транспортных целях, актуализирует разработку и применение системы мониторинга, чтобы вовремя определять дефекты, устранять повреждения, не допускать избыточной нагрузки, прочих воздействий извне. Это дает возможность прогнозировать ситуацию, вероятные изменения из-за напряженно-деформированного и повреждённого состояния, оперативно откликаться необходимыми организационными и техническими мерами, чтобы обеспечить безопасность эксплуатационного режима, если сторона эксплуатанта выдвигает новые требования [1].

В России система управления основана на современном информационном банке, где собранные данные по мостам, обеспечивающим движение на федерально-значимых автомобильных дорогах. Эти сведения суммированы в модуле «МоНСтР», где объединены мосты, предельная нагрузка на конструкции, а также статистические расчеты. Система стала развиваться в 1991-1992 гг., тогда как заявить об освоении удалось только к 1996 г. Разработку выполнил МАДИ, г. Москва.

Значение «МоНСтР» состоит в таких следующих функциях:

- наблюдать за состоянием мостов, указывать на аварии, потребность сооружений в детальном обследовании;
- собирать, затем обновлять данные, чтобы сформировать прогноз о том, в каком как дальнейшем изменится состояние, выносить управленческие директивы;
- собрать точные сведения о том, в каком состоянии находятся мосты в конкретном регионе или на отрезке дороги;

статистически описать дефекты конструкции моста;

определить по каждому мосту уровень технико-эксплуатационных параметров,

- проанализировать с точки зрения технико-экономических вложений необходимость ремонта и реконструкции;

оценить потенциал мост пропускать нагрузку, учитывая сверхнормативную;

- формировать отчеты, справочные документы, диаграммы.

Рис. 1. Работа с данными в информационной системе

Через систему поиска из банка данных по запросу выбираются мостовые сооружения, ориентируясь на разнообразные параметры. Чтобы определить потенциал моста пропустить нагрузку, в системе был предусмотрен расчётный блок, где калькулируется результат, использующий методику по теории упругости (определяется, насколько изношены конечные элементы), а также определяется состояние в действительности, повреждения и износ, внесенные по мониторингу моста в натуре.

Нужно понимать, что ИПС «МоНСтР» была не единственным решением для автоматизации отрасли, тогда как более успешной себя зарекомендовала информационная система, где в банке данных были учтены искусственные сооружения, расположенные на федерально-значимых и регионально востребованных автомагистралях. Эта российская разработка получила название АИС ИССО, ее выполнили в ЗАО «СибНИТ» города Новосибирска (1997 г.). На современном этапе установка и внедрение системы АИС ИССО развёрнута по всей стране, в каждом закрепленном за конкретной территорией органе управления автодорожным сообщением.

При создании системы как задача ее внедрения принята цель сопровождать информационной поддержкой управление, охватив все

направления содержания возведенных на автодорогах страны искусственных сооружений (ИССО) и применив автоматизацию.

Как ключевые задачи для АИС были перечислены [2]:

- создать условия, чтобы учитывать и как можно более быстро получать информацию о том, какова конструкция мостов, текущее состояние таковых, выраженность дефектов и повреждений;
- оценивать и составлять прогноз о том, как изменится техническое состояние;
- планировать повышенные или стандартные объёмы нагрузки, пропускаемой по мостовому сооружению;
- рассчитывать, планировать, оптимизировать средства, затрачиваемые на содержание мостового сооружения и ремонтные работы;
- проводить проектно-изыскательские работы, чтобы выполнять текущие программы;
- устранять текущие недостатки, проводить капитальные ремонты на мостах, сопоставляя эти действия с планами;
- рассматривать, как финансировать содержание мостов: нормативно и сверхнормативно;
- анализировать парк автодорожных мостовых сооружений, чтобы спланировать в перспективе, также разработать национальную техническую политику в данном направлении, проводить научные исследования, пересматривать и дополнять нормативные и методические документы;
- выводить на печать сформированные отчёты по стандартным формам.

Сегодня специалисты Федерального дорожного агентства (Росавтодор) начинают осваивать свежую разработку, позволяющую автоматизировать управление и обработку данных по состоянию мостов. Эта система названа как аббревиатура АБДМ (автоматизированная база данных мостов), и призвана заменить уже не справляющуюся с функциональной нагрузкой систему «МоНСтР». Работу над АБДМ доверили проверенному разработчику баз данных, ранее с успехом выполнившему проект для Росавтодора - ЗАО «СибНИТ», расположившемуся в городе Новосибирске.

Как целевой ориентир при создании АБДМ заказчик обозначил требование перевести управление мостовыми сооружениями на более высокий качественный уровень, чтобы представлять ситуацию федерально-значимым объектам дорожной сети, находящимся в общем пользовании. Основой управленческих решений станут данные, собранные в процессе объективного мониторинга о том, какая нагрузка по факту дается на мосты, какие транспортно-эксплуатационные показатели характеризуют состояние объектов.

Проводя ремонтные работы и обеспечивая содержание мостовых сооружений, Росавтодор действует системно и комплексно, реализуя мероприятия, чтобыорганизационно и технически устранить предпосылки к риску утраты объектами сохранности или долговечности, вероятность прецедента и угрозы для пользующихся мостовым сооружением людей,

транспорта, груза. Таким образом, удается подержать исправность объекта, а также эксплуатировать мост на протяжении расчетного срока.

Проанализировав ситуацию по итогам оцененного технического состояния мостовых сооружений, лежащих на автодорогах страны, видим, что в настоящее время важно автоматизировать процедуры диагностики и контроля состояния, а также спроектировать автоматизированные инструменты с учетом текущих параметров мостовых сооружений в Российской Федерации.

Библиографический список:

1. Управление состоянием мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России. – М., 2007. – 96 с

2. Яшнов А.Н., Рыбалов А.Ю. Оценка технического состояния мостовых сооружений в системе мониторинга // Дороги №72 / октябрь 2013. - С. 38-40

***Kroshneva E.V, Makarov* A.V.** *Methodology for assessing the technical condition of bridge structures on highways.*

УДК 624.21.016

ОБСЛЕДОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЯ

Крошнева Е.В. (СМ-3-19), Васильченко А.А. (СиЭТС)

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В настоящее время актуальным является вопрос о повышении долговечности мостовых сооружений путем своевременного обследования повреждений конструкции при использовании современных приборов наблюдения.

Currently, the issue of increasing the durability of bridge structures by timely examination of structural damage using modern observation devices is relevant.

В наше время мостовые сооружения играют важную роль в жизни городов и населенных пунктов любых стран. Поддержание их в надлежащем состоянии, правильный уход и эксплуатация, своевременный ремонт от текущего до капитального [1], залог их бесперебойного функционирования и долговечности. Важнейшим аспектом эксплуатации мостов является их безопасность [2], причем как безопасность использования, так и безопасность самих сооружений от техногенных воздействий.

В России менее чем за год было разрушено более 100 мостовых сооружений. По данным Росавтодора, в неудовлетворительном состоянии пятая часть из 41 800 мостов. Все эти мосты строились по типовым проектам выпуска 1956 года и 1956 года дополнение. Старые конструкции подвержены моральному и физическому износу. Моральное старение обусловлено повышением в процессе эксплуатации требований к их потребительским свойствам, т.е. конструкция не рассчитана на современные нагрузки от транспортных средств. Физический износ

проявляется в виде возникновения и дальнейшего развития дефектов и повреждений [3, 4]. Под дефектами и повреждениями понимают отдельные несоответствия элементов нормам по качеству, размерам и т.д. Причиной тому является долгий срок эксплуатации с неполноценным или отсутствующим надзором и уходом за сооружением.

Долговечность мостовых сооружений напрямую зависит от правильной эксплуатации. Для продления срока службы мостовых сооружений проводятся обследования технического состояния.

Рис. 1. Защищенные дроны обследуют мост.

Поэтому в настоящее время актуальным остается вопрос о повышении долговечности конструкций путем своевременного обнаружения повреждений при использовании современных приборов наблюдения.

Преимущества использования современного приборного мониторинга сооружения (дроны, квадрокоптеры):

- минимальные сроки (занимает часы, минуты);
- дистанционное проведение работ;
- минимальные расходы (не требуется затраты на дополнительную аппаратуры и человеческий ресурс);
- доступность (сбор данных производится на любом расстоянии, в любую погоду);
- объективность (анализ дефектов по точным данным);
- возможность обследования опасных и труднодоступных объектов;
- создание 3D модели объекта с подробным указанием местоположения дефектов.

Рис. 2. Дроны в обследовании мостовых сооружений

Библиографический список:

1. Makarov A.V., Rekunov S.S. STRENGTHENING BRIDGE SPANS BY COMPOSITE MATERIALS В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. The conference proceedings ICCATS-2019. South Ural State University (national research university), Irkutsk National Research Technical University, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. 2019. С. 033038.
2. Макаров А.В. Безопасность транспортных сооружений в чрезвычайных ситуациях. В сборнике: Безопасность в образовательных и социоприродных системах. материалы Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Б. К. Салаев. 2014. С. 240-242.
3. Макаров А.В., Тян В.Ю., Журавлев А.В. Астраханский мост в волгограде: символ и проблемы. Инженерный вестник Дона. 2018. № 4 (51). С. 220.
4. Макаров А.В., Шатлаев С.В., Гулуев Г.Г. Гидроизоляция железобетонных мостов - основная защита конструкций от коррозии. Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). С. 133.

Kroshneva E.V., Vasilchenko A.A. Inspection of bridge structures using modern surveillance means

УДК 711.581

БЛАГОУСТРОЙСТВО ДВОРОВОЙ ТЕРРИТОРИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА ПО УЛИЦЕ ИМЕНИ ГЕНЕРАЛА ШТЕМЕНКО 24

Лескин А.А. (ученик 9В класса МОУ гимназия №12 Краснооктябрьского района г. Волгограда), Югай М.М. (ученик 9В класса МОУ гимназия №14 Краснооктябрьского района г. Волгограда)

Научный руководитель – старший преподаватель Гофман Д.И.

В рамках реализации мероприятий программы «Формирование современной городской среды» была выбрана придомовая территория многоквартирного дома №24, расположенного по улице имени генерала Штеменко в Краснооктябрьском районе г. Волгограда. На основе осмотра придомовой территории было установлено, что целевому благоустройству не уделялось должного внимания и авторами были предложены мероприятия по ее улучшению. Из-за быстрого роста городов, высокой плотности застройки и выросшим уровнем автомобилизации населения возникли новые проблемы формирования комфортности в жилой зоне и необходимость реконструкции дворовых территорий с целью создания требуемого уровня их благоустройства.

As part of the implementation of the activities of the "Formation of a modern urban environment" program, the adjoining territory of the apartment building No. 24, located on the street named after General Shtemenko in the Krasnooktyabrsky district of Volgograd, was selected. Based on the inspection of the adjacent territory, it was found that the targeted improvement was not given due attention and the authors proposed measures to improve it. Due to the rapid growth of cities, high building density and the increased level of motorization of the population, new problems arose in the formation of comfort in the residential area and the need to reconstruct courtyard areas in order to create the required level of their improvement.

Благоустройство территорий, представляет собой комплекс мероприятий по планировке и озеленению существующих и создания новых территорий и как правило охватывает достаточно объемный круг

социально-экономических, санитарно-гигиенических, инженерных и архитектурных вопросов, решение которых может представлять сложность, как с финансовой точки зрения, так и в скоординированных действиях со стороны управления органами муниципальных образований [1].

Поддержание высокого уровня благоустройства напрямую зависит и от самих граждан, от степени их сознательности, желания и возможности помогать органам местного самоуправления. Сфера внешнего благоустройства является одной из главных отраслей в жизнеобеспечении муниципального хозяйства, которая оказывает непосредственное влияние на комфорт, удобство, безопасность, эстетический стиль и уровень жизни населения. Элементы, которые включаются в сферу внешнего благоустройства, внутридворовых территорий представлены в таблице 1.

Таблица 1

Элементы сферы внешнего благоустройства внутридомовых территорий

Наименование элемента	**Что включает**
Дорожное хозяйство	Ремонт и строительство внутриквартальных проездов, тротуаров, пешеходных дорожек, пандусов, водостоков и т.п.
Зелёное хозяйство	Содержание и развитие зелёных насаждений и клумб
Санитарная очистка и уборка территории	Сбор и удаление муниципальных (бытовых) отходов, уборка внутридворовой территории, транспортировка, обезвреживание, хранение и переработка отходов
Уличное освещение	Установка световых опор освещений на улицах, площадях, скверах, бульварах
Досуг и спорт	Установка спортивных тренажеров, детских площадок, беседок, лавочек и создание благоприятных зон отдыха

Как видим из таблицы, организация деятельности элементов внешнего благоустройства непосредственно должна осуществляться с учетом совокупности и взаимообусловленности, потому что, только так можно повысить уровень благоустроенности территории, что в конечном итоге приведет к улучшению условий жизни населения и привлекательности территории.

Территория проектирования расположена в Краснооктябрьском районе г. Волгограда. Общая площадь дворовой территории в кадастровых границах – 6267 м^2. Данный участок относится к землям населенных пунктов и предназначен для жилой застройки. Климат района проектирования резко континентальный. Максимальная температура достигает +42°С, абсолютная минимальная –38°С, средняя месячная температура наиболее теплого месяца +24°С, средняя месячная температура холодного месяца –7,4°С, температура воздуха наиболее холодных суток – 32°С, количество осадков за ноябрь-март – 161 мм, за апрель-октябрь – 261 мм, суточный максимум осадков – 51 мм, преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – восточное, за июнь-август – северо-западное, наибольшая декадная высота снежного покрова составляет 10 см.

Проектируемая территория имеет форму, близкую к прямоугольнику

(рис.1), на участке расположен девятиэтажный жилой дом, по внутреннему проезду осуществляется подъезд автотранспорта к жилому дому. Въезд осуществляется с ул. Таращанцев и с улицы им. генерала Штеменко.

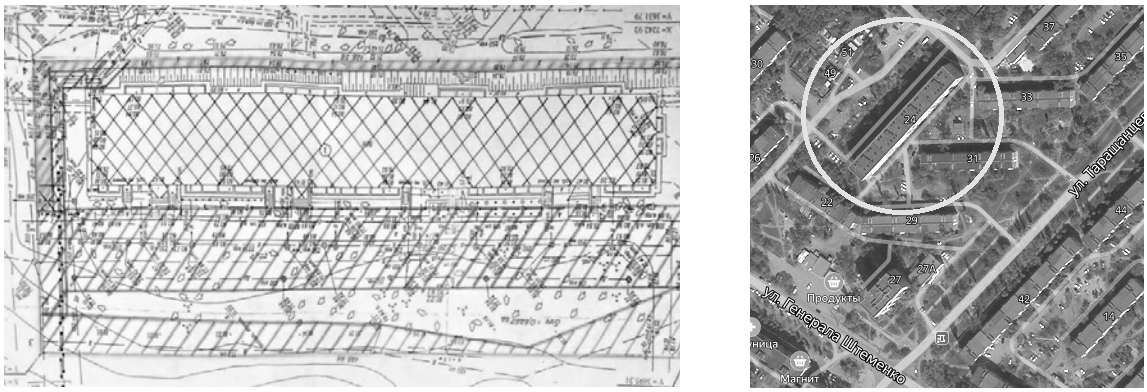


Рис. 1. Жилой дом и придомовая территория по улице им. генерала Штеменко 24 в Краснооктябрьском районе г. Волгограда

Вдоль внутриквартального проезда устроено металлическое ограждение (состояние ветхое, с повреждениями). Рельеф участка спокойный с незначительными уклонами (перепадами) в пределах 1 м, наблюдается возвышение рельефа в северном направлении. Большая часть дворовой территории озеленена. Растительность представлена сорными травами, посадками культурных и цветочных растений, кустарником и деревьями. Внутри и по периметру двора растет клен, тополь, акация, преобладает вяз. Хранение индивидуального транспорта осуществляется на неорганизованных открытых автостоянках на газоне, вдоль проезда, напротив подъездов (рис. 2). Организованные места для хранения автомобилей для инвалидов на территории отсутствуют.

Рис. 2. Стихийные парковки на внутридворовой территории

Внутренний проезд, выполненный из асфальтобетонного покрытия, частично разрушен, имеются выбоины, ямы и неровности, в некоторых местах застаивается дождевая вода. На территории имеются опоры для сушки белья, скамейки, "вазоны" из автомобильных покрышек (рис.3), детская карусель, песочница. Малые архитектурные формы и уличное оборудование в достаточно изношенном состоянии.

Рис. 3. Малые архитектурные формы и "вазоны" из автомобильных покрышек на внутридворовой территории

В пределах территории проектирования действуют следующие ограничения: – на участке проложены инженерные сети (водоотведение, тепловодоснабжение); – на территории существуют зеленые насаждения; – на территории размещается восемь камеры системы теплоснабжения (выступают/провалены над поверхностью земли на ±0,1 м).

В настоящее время на территории, выбранной для благоустройства:

– Асфальтобетонное покрытие внутридомового проезда и подъездных путей, а также покрытие стихийных автопарковок подлежит полной замене или частичному ремонту;

– Отсутствует покрытие детских площадок;

– На детских площадках количество малых архитектурных форм (качели, карусели, горки) пришли в негодность, или требуется мелкий ремонт и перенос в другое место;

– Необходима замена покрытия площадок для сушки белья и чистки ковров. Так же необходима замена покосившихся стоек указанных площадок;

– Существующая площадь зоны для занятия спортом недостаточна. Требуется организовать зону с размещением тренажёров;

– Требуется замена существующих лавочек и урн;

– Существующая площадка для сбора мусора требуют ремонта с устройством ограждающих конструкций.

Рассмотрим решение проблем благоустройства выбранного нами двора.

Застройка по улице имени генерала Штеменко 24 относится к периоду «брежневского» времени – 70г. XX века. В это время активно развивается индустрия кирпичного и блочного домостроения. Для этого периода характерны типовые решения оборудования детских, спортивных и хозяйственных площадок. Это делает дворовое окружение довольно однообразным.

Застройка относится к строчному, что накладывает на архитектора определенные трудности и планировочные ограничения. Исследуемый двор имеет линейную форму, в связи с этим, требовалось наполнить двор определенным набором функций и грамотно распределить их по территории

двора. Согласно проектному предложению жилого двора, предполагается (рис. 4):

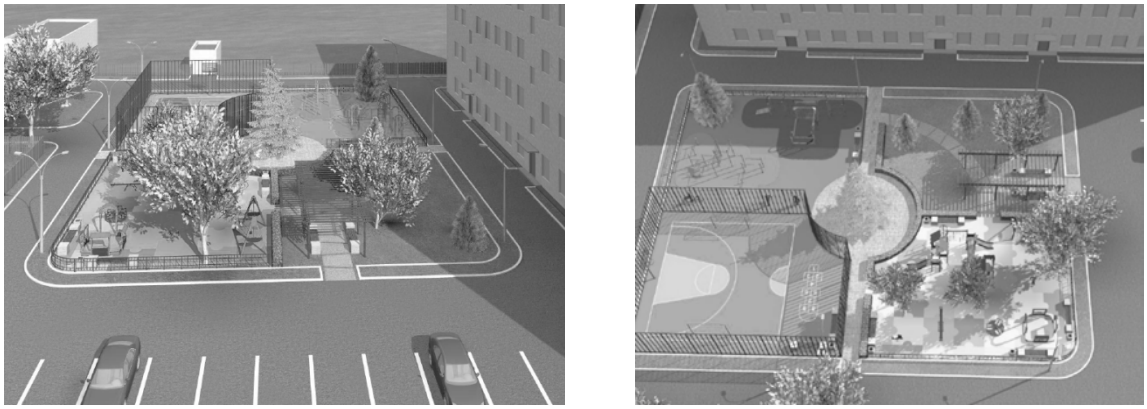


Рис. 4. Схема планировочной организации внутридворового пространства

– реконструировать транспортную сеть и ливневую систему;

– организовать в центральной части двора благоустроенную зону с пешеходными направлениями. По всему периметру разбить цветники. Построить новые пешеходные направления;

– установить новые элементы детской площадки и демонтировать старые;

– сделать спортплощадку с турниками и мини-полем с искусственным покрытием;

– организовать парковочные карманы и стоянки для автомобилей;

– обновить систему освещения.

Благоустройство жилого двора должно благотворно влиять на проживание человека. Оно отражает направление творчества архитектора, который посредством своей работы создает в жилой среде уют, функциональность и красоту [2]. Выявленные планировочные приемы позволили оптимизировать работу по реконструкции, и уже были использованы при разработке других проектов планировки дворовых территорий в других городах [3].

Библиографический список:

1. Благоустройство территорий: учеб. пособие для студ. Учреждений сред. проф. образования / И.А. Николаевская. – 5-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 272 с.

2. Самойлова Н.В., Чернов Р.С., Сизонова В.М., Актуальные проблемы реконструкции дворовых территорий на примере г. Волгограда Международный научный журнал «Символ науки» №12-3/2016 ISSN 2410-700x.

3. Дизайн-проект благоустройство дворовой территории многоквартирного дома на территории Брюховецкого сельского поселения / Адрес: Краснодарский край, Брюховецкий район, ст. Брюховецкая, в районе многоквартирного дома №12 поселок МКК Заказчик: Администрация Брюховецкого сельского поселения ст. Брюховецкая 2017 г.

Leskin A.A., Yugay M.M. *Improvement of the yard territory of the apartment building on General Shtemenko street 24*

УДК 624.21

СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ НА ГОРНЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Магомедов М.М. (гр. Б5-СТЗС-41)

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

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Мостовые сооружения в горной местности, в большинстве случаев, являются большепролетными и находятся в зоне сейсмической активности. Большепролетные мосты являются наиболее уязвимыми объектами во время землетрясения, и с целью повышения их сейсмостойкости применяют различные сейсмоизолирующие устройства. Но наряду с этим необходимо учесть и еще то, что землетрясение оказывает негативное влияние не только на конструкции мостового сооружения, но и на безопасность проезда по нему транспортных средств, особенно в зоне сопряжения пролетных строений друг с другом и подходными насыпями. Поэтому применение эффективных решений деформационных швов, позволяющих обеспечить безопасность проезда, носит немаловажный характер.

Bridge constructions in highland areas in the main are long-span and are located in the zone of seismic activity. Long-span bridges are the most vulnerable objects during an earthquake and in order to increase their seismic resistance various seismic isolations devices are used. But together with this fact we have to take into account the fact that an earthquake adversely influences not only on bridge constructions, but also on the safety of passing of vehicles through it especially in the moving zone from one span to another. That's why the use of effective solutions for expansion joints, which ensure the safety of the moving, is important.

Мостовые сооружения – это важные и ответственные элементы транспортной инфраструктуры, от состояния которых зависит безопасность пересечения различных препятствий, встречающихся на автомобильных дорогах. Препятствия могут быть разные: существующие автомобильные или железные дороги, жилые и промышленные объекты, реки и озера, глубокие овраги и ущелья, - последние являются характерной особенностью мостовых сооружений в горной местности. Горная местность составляет порядка 30% всей территории Российской Федерации. К ней относятся горные массивы Кавказа, Крыма, Сихотэ-Алиня, Верхоянского хребта, Урала и др. Также и территория стран СНГ усеяна многочисленными горными массивами. Как известно, горные системы являются результатом столкновения друг с другом тектонических плит. Данный процесс хоть и протекает очень медленно, но является непрерывным и несет в себе большой разрушающий потенциал, который при столкновении тектонических плит выходит наружу, разрушая отдельные конструкции сооружений и зданий, а иногда и целиком сами эти сооружения и здания [1].

Необходимо отметить важное отличие мостов, сооруженных на равнинной местности, от горных мостов: первые односторонне влияют на

окружающую их среду, тогда как стихийные факторы горной местности оказывают негативное влияние на мостовые сооружения. Поэтому мостовые сооружения в горной местности должны обладать бóльшим подмостовым габаритом, чем мосты на равнинной местности, т.е. должны обладать высокими опорами и большей величиной пролета, чем мостовые сооружения на равнине [2]. Данное обстоятельство свидетельствует в пользу необходимости использования в горной местности конструктивных решений мостов с большим подмостовым габаритом.

Как известно, мостовое сооружение включает в себя следующие основные элементы: 1) мостовое полотно с проезжей частью и деформационными швами (ДШ), 2) пролетное строение, 3) опоры и опирающиеся на них опорные части, 4) фундамент, 5) основание. В вопросе обеспечения сейсмостойкости мостов большое значение приобретают опорные части (ОЧ), которые являются звеньями, передающими сейсмическую энергию от опор на пролетные строения мостов, а также ДШ, которые обеспечивают безопасность перемещения торцов пролетных строений.

Деформационные швы – это конструкции, которые обеспечивают плавный переход транспортных средств от одного пролетного строения на другое или на подходные насыпи. Именно они воспринимают линейные и угловые перемещения торцов пролетных строений от температурных воздействий и различных нагрузок. Помимо своего главного предназначения ДШ должны обеспечивать защиту пролетных строений и ниже расположенных опор от агрессивного воздействия окружающей среды. К тому же, они вместе с проезжей частью в зимнее время могут подвергаться антигололедной обработке специальными химикатами, основанными на хлоридах. Как показывает опыт большинства стран Западной Европы, данная химическая обработка проезжей части в зимнее время крайне негативно влияет на долговечность ДШ, от сохранности которых и зависит долговечность самих пролетных строений. То есть, правильный выбор ДШ, и их эксплуатация во многом определяют долговечность всего мостового сооружения [3-5].

ДШ являются одной из болевых точек мостовых сооружений и, как было выше сказано, от них зависит долговечность мостового сооружения. Следовательно, при прочих равных условиях для мостового сооружения необходимо подобрать такое конструктивное решение ДШ, при котором количество ДШ будет сведено к минимуму с учетом экономических и других показателей [4, 5].

Землетрясение представляет собой разрушающую природную стихию с кинематической составляющей, но не силовой. Воздействие землетрясения на мостовое сооружение проявляется в виде перемещений фундаментов и опор моста. Землетрясение может оказать весьма негативное динамическое воздействие на статически неопределимые конструктивные системы

мостовых сооружений вследствие перемещений опор как в вертикальном направлении, так и в горизонтальном [1, 6].

Самым простым, но практически неосуществимым способом изоляции мостовых сооружений от сейсмического воздействия является «разъединение» пролетного строения и опор мостов. Поэтому колебания от основания на пролетное строение будут передаваться в любом случае. При сильных землетрясениях на сооружение оказывает влияние большое количество энергии, которая разрушает отдельные элементы конструкций мостов, а иногда и все сооружение.

Сейсмические колебания существенно повреждают мостовые сооружения. Это происходит по причине того, что кинематические характеристики землетрясения, такие как ускорение, скорость и перемещения поверхности грунта многократно увеличиваются в силу резонансных явлений. Это приводит к многократному увеличению амплитуды колебаний в конструкциях мостового сооружения, больше всех подверженных сейсмическому воздействию, по сравнению с амплитудами колебаний грунта. Следовательно, на мостовых сооружениях должны быть применены устройства, повышающие их сейсмостойкость путем увеличения коэффициента демпфирования и т.д. [6].

Наряду с применением эффективных сейсмоизолирующих устройств, на мостовом сооружении должны быть установлены и такие деформационные швы, которые обеспечат во время землетрясения безопасность проезда транспортных средств и передвижения пешеходов с одного пролетного строения на другое. Кроме того, они должны обеспечить перемещения пролетных строений не только от температурного воздействия или от временной нагрузки в виде проезжающих по ним транспортных средств, но и от сейсмической нагрузки.

Как уже говорилось, наиболее уязвимыми объектами для землетрясений являются большепролетные мосты. Как правило, они обладают меньшим коэффициентом демпфирования, порядка 5%, а также их собственные частоты колебаний лежат в области частот сейсмических воздействий. Необходимость увеличения подмостового габарита горных мостовых сооружений объясняется следующим обстоятельством: продукты стихийных процессов, протекающих в горной местности, таких как камнепадов, обвалов, оползней, с огромной энергией обрушиваются на мостовое сооружение, разрушая его опоры, а в случае низкого расположения уровня проезжей части, и сами пролетные строения. С этой точки зрения и с точки зрения необходимости уменьшения количества деформационных швов, наиболее целесообразными конструктивными решениями мостов в горной местности являются балочно-неразрезные, арочные, рамные, вантовые и висячие мосты. Но, при этом, ввиду большей величины пролетов мостов данных конструктивных решений, линейные перемещения от температуры будут больше, чем в малопролетных мостовых сооружениях [5, 6].

Подытоживая вышесказанное, отметим, что деформационные швы на горных мостовых сооружениях должны обеспечивать широкий диапазон перемещений.

Рассмотрим различные виды деформационных швов и проанализируем целесообразность их применения на горных большепролетных мостовых сооружениях. В качестве примера будем рассматривать деформационные швы немецкой компании Maurer Sohne, которая является мировым брендом в области создания деформационных швов, опорных частей и других конструкций с повышенной сейсмостойкостью.

В зависимости от количества компенсаторов, используемых для перекрытия зазора между пролетными строениями, ДШ подразделяются на несколько видов:

1) Однопрофильные деформационные швы,
2) Модульные деформационные швы.

Модульные деформационные швы подразделяются еще на 2 подвида:

1) Балочно-решетчатый деформационный шов,
2) Деформационный шов с поворотными траверсами.

По характеристике работы деформационные швы подразделяются на деформационные швы с модульной системой и деформационные швы с блоками предохранителей (Fuse Box). Последние подразумевают конструкции с заданным местом разрушения во время землетрясения.

Однопрофильные ДШ являются простыми конструкциями, состоящими из упругого компенсатора и шумоподавляющими пластинами (рис. 1). Данные ДШ широко используются на мостах в зарубежных странах для восприятия малых и больших перемещений (от 10 мм). При имеющейся простоте конструкции, плавности проезда, уменьшенной трудоемкости и невысокой себестоимости, данный тип ДШ не находит своего применения на большепролетных мостовых сооружениях в силу малости допускаемых перемещений (до 100 мм).

Рис. 1. Однопрофильный деформационный шов. Источник: http://www.xn----7sbhffthvlagdet2dvb2b1c.xn--p1ai/deformacionnie-shvy/443-maurer-odnoprofil.html

Балочно-решетчатые ДШ (Girder Grid Joints) представляют собой конструкции с несколькими компенсаторами, позволяющие воспринимать

большие продольные перемещения (рис. 2). В поперечном направлении они обеспечивают перемещения до 20 мм, а в вертикальном – до 10 мм. Они состоят из центральных и крайних балок, расположенных вдоль шва, и компенсаторов ленточного профиля. Центральные балки, в свою очередь, привариваются к опорным элементам, или к опорным балкам, которые перемещаются по принципу скользящей заделки. Компенсаторы благодаря своим упругим свойствам контролируют величину продольного перемещения между опорными элементами в определенном диапазоне, что и позволяет равномерно раскрывать зазоры между центральными балками. В зависимости от величины возникающих продольных перемещений концов пролетных строений могут применяться компенсаторы в количестве от 2 до 8 шт.

Рис. 2. Решетчато-балочный деформационный шов. Источник: https://www.maurer.eu/ru/produkcija/def-shvy/avtodorozhnykh-mostov/index.html

Как показывает практика, недостатками однопрофильных и балочно-решетчатых ДШ являются потеря упругих свойств компенсаторов от агрессивного атмосферного воздействия, образование трещин из-за попадания в них мелких твердых частиц, а также потеря герметичности ДШ от развития трещин [5, 7].

При необходимости обеспечения еще большего диапазона продольных перемещений применяют ДШ с поворотными траверсами (рис.3). Данный ДШ применяют при сложных перемещениях, когда благодаря свободным перемещениям каждого отдельного модуля обеспечивается общее перемещение в продольном и поперечном направлении от 160 мм до 1200 мм и более.

Но, несмотря на все преимущества выше представленных видов ДШ, в сейсмически активных зонах применяют ДШ с поворотными траверсами типа DS (рис.4) и с заданным местом разрушения Fuse Box (рис.5). Последние позволяют более экономичное исполнение ДШ.

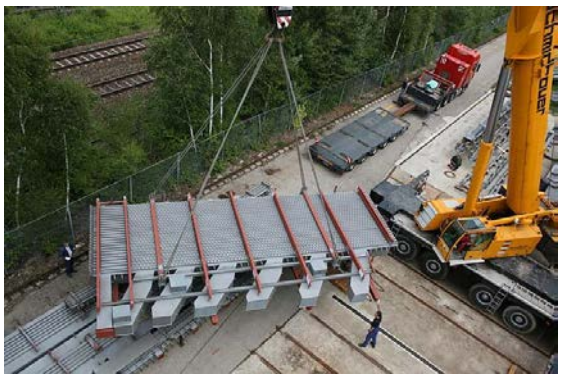


Рис. 3. Деформационные швы с поворотными траверсами. Источник: https://www.maurer.eu/ru/produkcija/def-shvy/avtodorozhnykh-mostov/index.html

Данные конструкции воспринимают перемещения от сейсмических нагрузок либо с помощью модульной системы, либо блоками предохранителей. Благодаря очень широкому диапазону перемещений (от 3м и более) повреждение мостового сооружения ограничивается или вовсе исключается. Следует отметить, что и после землетрясения данные ДШ позволяют безопасно проезжать через них.

ДШ с поворотными траверсами типа DS был использован на уникальном мосту Рион-Антирион, пересекающем Коринфский залив в Греции. Мост находится в сейсмически опасной зоне и на очень слабых грунтах. Помимо этого, сложность заключалась еще в том, что из-за движения тектонических плит расстояние между Пелопоннесом и материковой Грецией увеличивается на 30 мм в год. Мостовое сооружение имеет возможность раздвигаться на 35 мм в год.

Рис. 4. Деформационный шов с поворотными траверсами типа DS. Источник: https://www.maurer.eu/ru/produkcija/def-shvy/seismostoikie-shvy/index.html

Рис.5. Деформационный шов Fuse Box с заданным местом разрушения.
Источник: https://www.maurer.eu/ru/produkcija/def-shvy/seismostoikie-shvy/index.html

В заключение отметим, что от применения как сейсмоизолирующих устройств и опорных частей, так и деформационных швов зависит благоприятная эксплуатация мостовых сооружений, особенно большепролетных. Следовательно, в данном направлении должна вестись научно-исследовательская работа, необходимо искать еще более эффективные решения конструкций ДШ. Также особенности проектирования мостовых сооружений в сейсмоактивной местности должны быть непосредственно отражены в нормативной документации.

Библиографический список:

1. Шестопиоров, Г.С. Сейсмостойкость мостов / Г.С. Шестопиоров. - Москва – М.: Транспорт, 1984. – 143 с

2. Николов В.А., Кортиев А.Л. Проблемы безопасности движения на горных дорогах // Abstracts of III International Scientific and Practical Conference «Innovative development of science and education». Atheens, Greece. 2009. С. 196-201

3. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания: научно-техническое издание / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров [и др.]; под ред. И.Г. Овчинникова – Саратов: Кубик, 2014. – 504 с.

4. Ефанов, А.В. Статический и динамический расчет деформационных швов автодорожных мостов / А.В. Ефанов, И.Г. Овчинников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2006. - № 6. – С. 102-106

5. Современные конструкции опорных частей автодорожных мостов : учеб. пособие / И.Г. Овчинников, В.В. Раткин, И.В. Алексеенко и др. - Саратов: СГТУ, 2004. – 130 с.

6. Курбацкий, Е.Н. Сейсмоизолирующие устройства для мостов : учеб. пособие / Е.Н. Курбацкий. - Москва – М.: МИИТ, 2010. – 73 с.

7. Современные методы совершенствования конструкций деформационных швов автодорожных мостов / С. В. Алексеев, В. А. Трепалин, С. М. Шевченко, А. А. Трифонова // Путевой навигатор. – 2020. – № 43(69). – С. 3.

Magomedov M.M. *Seismic isolating expansion joints at the highland bridge constructions*

УДК 624.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТНОШЕНИЯ ВЫСОТЫ ПИЛОНА К ДЛИНЕ ГЛАВНОГО ПРОЛЕТА ВАНТОВОГО МОСТА СИСТЕМЫ «ПУЧОК» НА ВЕЛИЧИНУ УСИЛИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ МОСТА

Маунг Маунг Вин Аунг (соискатель)

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

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Исследуется влияние высоты пилона по отношению к длине среднего пролета в трехпролетном вантовом мосту с железобетонной балкой жесткости на усилия в вантах, балке жесткости и пилоне. Показано, что увеличение высоты пилона приводит к уменьшению усилий в вантах, прогиба балки жесткости и изгибающего момента в пилоне при незначительном увеличении сжимающего усилия в пилоне. Однако обращается внимание на то, что эти расчеты сделаны на действие собственного веса и временной нагрузки и не учитывают действие ветра, которое может оказаться значительным.

The influence of the pylon height with relative to the length of the main span in a three spans cable-stayed bridge with a reinforced concrete beam on the cable forces, deformation on beam and pylon is studied. It is shown that an increase in the pylon height leads to a decrease in the forces in the cables, deflection of the beam and bending moment in the pylon with a slight increase in the compressive force in the pylon. However, attention is drawn to the fact that these calculations are made on the action of its own weight and moving load and do not take into account the effect of the wind, which can be significant.

В последнее время в мире широкое применение начинают находить вантовые мосты с железобетонной балкой жесткости [1-3]. В республике Мьянма вантовые мосты также начинают довольно активно строиться [4]. Вантовые мосты могут классифицироваться по схеме расположения вант: радиальной, параллельной, веерообразной, комбинированной. При проектировании вантовых мостов основной задачей является выбор системы вантового моста и его основных параметров, к которым относятся длины пролетов, высота пилонов, длины панелей, высота балки жёсткости. Одним из основных параметров вантового моста является соотношение высоты его пилонов и длины главного пролёта. В настоящей работе на примере трехпролетного вантового моста с вантами системы «пучок» исследуется влияние этого соотношения на величину усилий в пилоне и балке жесткости. Схема моста приведена на рисунке 1, а поперечное сечение железобетонных балки жёсткости и пилона на рисунке 2.

продольное сечение вантового моста (размеры в метрах)

Рис. 1. Схема продольного и поперечного сечения вантового моста

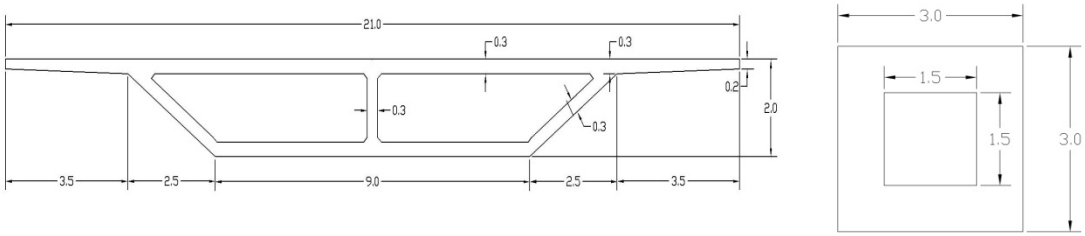


Рис. 2. Поперечное сечения пролетного строения и пилона (размеры в метрах)

Геометрические характеристики балки жесткости, пилона и вант приведены в таблице 1, а механические характеристики материалов, из которых они изготовлены в таблице 2. Расчет мостов проводился на нагрузку HL-93 (AASHTO-LRTD).

Таблица 1

Геометрические характеристики сечений элементов вантового моста

Наименование элемента	Площадь сечения ($м^2$)	Момент инерции (м4)		
		Ixx	Iyy	Izz
Балка жесткости	10,74E+00	1,70E+01	6,11E+01	2,72E+02
Пилон	6,0E+00	8,54E+00	6,33E+00	6,33E+00
Вант № 1,8	7,07E-02 D=0,30	7,95E-04	3,98E-04	3,98E-04
Вант №2,7	4,52E-02 D=0,24	3,26E-04	1,63E-04	1,63E-04
Вант № 3,6	2,54E-02 D=0,18	1,03E-04	5,15E-05	5,15E-05
Вант №4,5	1,76E-02 D=0,15	4,97E-05	2,49E-05	2,49E-05

Таблица 2

Механические характеристики материалов элементов вантового моста

Материал №	Наименование элемента	Модуль упругости (кн/м2)	Коэффициент Пуассона	Плотность(кн/м3)
1	Балка жесткости	$2,8091x10^7$	0,2	23,56

2	Пилон	2,8091x10^{7}	0,2	23,56
3	Вант	1,9995x10^{8}	0,3	77,09

Рассматривались следующие отношения высоты пилона H к длине среднего пролета $L_{ср}$: 1/5, 1/6, 1/7, 1/8,1/9. Результаты расчетов, выполненных с использованием программного комплекса MIDAS/CIVIL (Южная Корея), приведены на рисунках

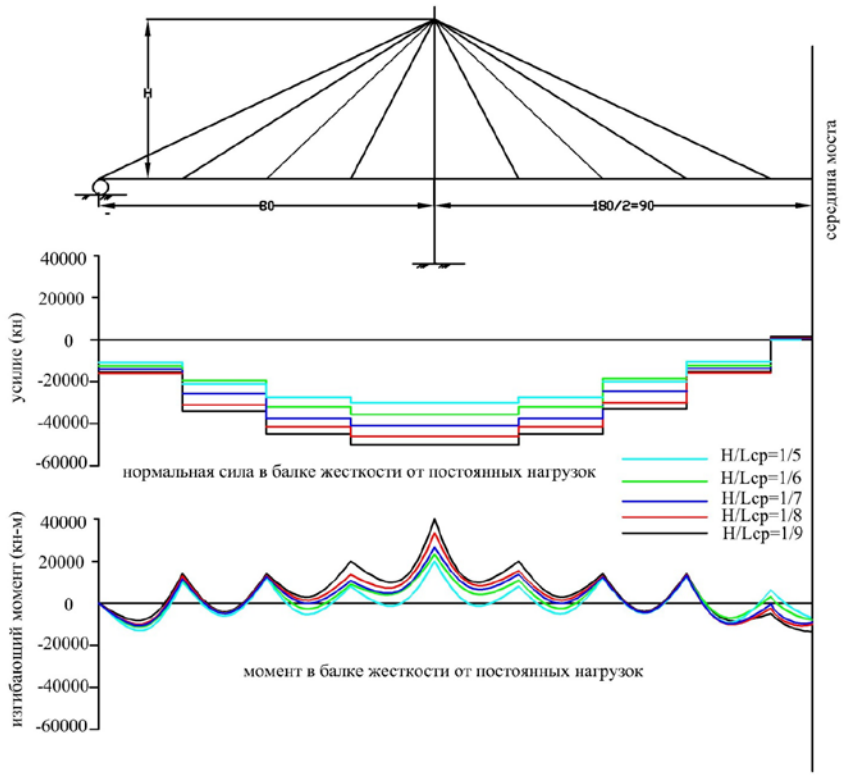


Рис. 3. Эпюры продольного усилия и изгибающего момента в балке жесткости при изменении высоты пилона

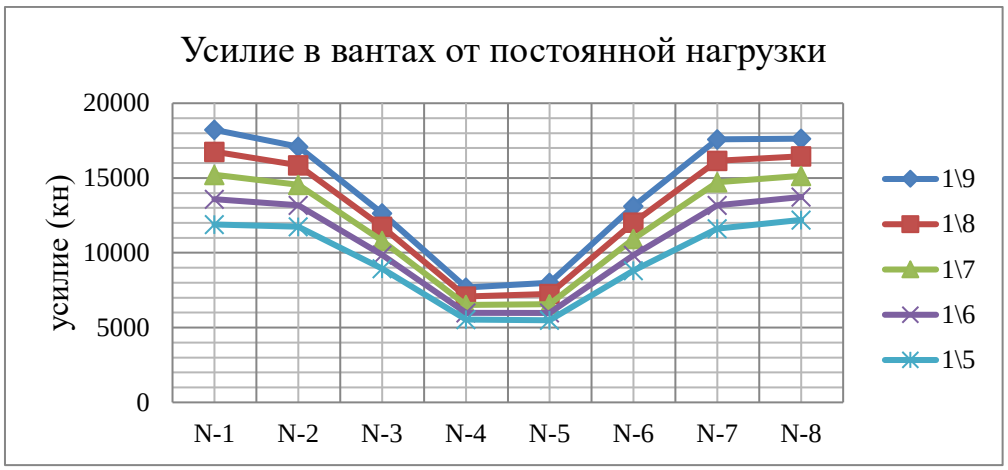


Рис. 4. Усилия в вантах при разной высоте пилона

Рис. 5. Изменение максимального прогиба балки жесткости при изменении высоты пилона

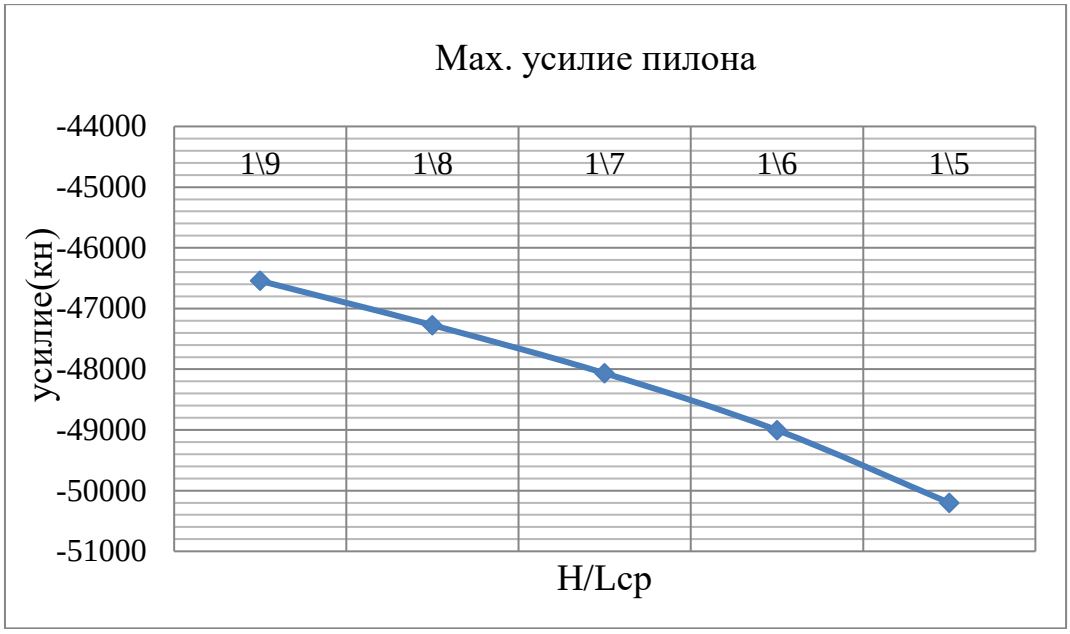


Рис. 6. Изменение максимального усилия в пилоне при изменении его высоты

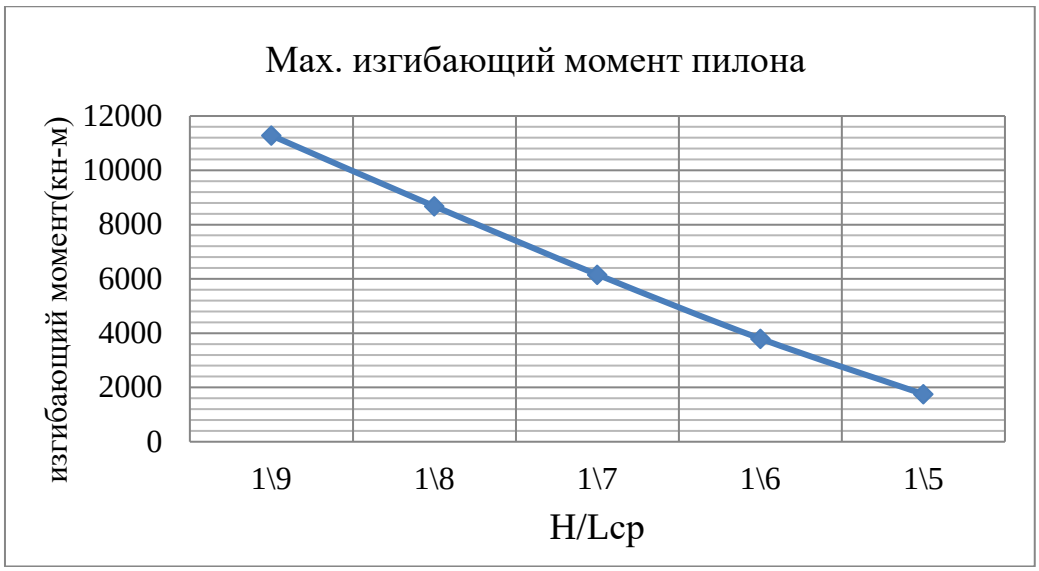


Рис. 7. Изменение максимального изгибающего момента в пилоне при изменении его высоты

Заключение

Проведенное исследование показывает, что при увеличении высоты пилона от 1/9 до 1/5 усилия в крайних вантах уменьшаются в 1,5 раза, максимальный прогиб балки жесткости уменьшается в 5 раз, максимальные усилия в пилоне увеличиваются на 8%, а максимальный изгибающий момент в пилоне уменьшается в 6,75 раза. То есть на первый взгляд, чем пилон выше, тем он эффективнее работает, так как уменьшаются и прогиб балки жесткости, и изгибающий момент в пилоне при незначительном (на 8%) увеличении сжимающего усилия в пилоне. Но следует учитывать, что, как справедливо отмечено в [4], увеличения высоты пилонов с целью повышения несущей способности вант и увеличения крутильной и изгибной жесткости пролетных строений, усугубляет работу пилонов в полях ветровых воздействий, а ветровые воздействия для вантовых мостов переходят из разряда дополнительных в разряд основных, что и следует учитывать в дальнейших исследованиях.

Библиографический список:

1. R. Walther, B. Houriet, W. Isler, P. Moia, J.F. Klein. Cable stayed bridges. Thomas Telford. Second edition. London 1999.

2. Бычковский Н. Н., Бычковский С. Н., Пименов С. И. Вантовые мосты. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2007. 648 с.

3. Holger Svensson. Cable-stayed bridges, 40 years of experience world wide. Gremany 2012. P-23.

4. Валиев Ш.Н., Маунг Маунг Вин Аунг, Овчинников И.И. Эксплуатационное состояние вантовых мостовых сооружений Мьянмы // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 №4, https://t-s.today/PDF/23SATS419.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/23SATS419

Maung Maung Win Aung *Research of the influence of the pilon height to the main span length of a fan cable arrangement*

УДК 625.712.63

ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИЕ ПАРКОВКИ

Мохова И.С. (АД-1-18)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ивасик Д.В.,
старший преподаватель Васильченко А.А.

Волгоградский государственный технический университет

В современном мире, одной из главных проблем городской улично-дорожной сети, является её перегруженность не только машинами, но и другими средствами перемещения, а именно транспортными средствами, численность которых увеличивается с каждым годом. Это оказывает большое влияние на движение в центрах, тем более если брать в расчет города миллионники.

In the modern world, one of the main problems of the urban road network is its congestion not only by cars, but also by other means of movement, namely vehicles, the number of which increases every year. This has a great impact on traffic in the centers, especially if you take into account the cities of millions of people.

Постоянные пробки, заторы, долгая дорога от одной точки города в другую, тем более в часы пик - осложняет функционирование города и его компонентов, снижает мобильность не только жителей, но и специальных служб, таких как скорая, пожарные, МЧС, полиция. Поэтому заниматься решением этой проблемы очень важно и значимо, откладывать ее решение нельзя, ведь без контроля все может только ухудшаться. Ведь на перегруженность дорог влияет не только количество транспортных средств, но и в целом дорожно- транспортная система, уровень водителей и пешеходов, развитость сети общественного- транспорта и многое другое. Именно поэтому данную проблему нужно решать комплексно и всесторонне.

Одним из способов ее решения считается строительство перехватывающих парковок. Понятий «перехватывающая парковка» довольно много. Приведем примеры некоторых из них:

«Перехватывающая парковка – это автомобильная стоянка, которая расположена вблизи транспортных путей и создана для уменьшения потока на дорогах и предотвращения пробок. Благодаря такому способу парковки, водитель в любой момент может добраться до своего автомобиля на общественном транспорте, оставив его недалеко от места жительства или работы.»

«Перехватывающая парковка – это стоянка у крупных дорожно-транспортных артерий на окраине или при въезде в крупный город, которая позволяет владельцу оставить автомобиль и пересесть на общественный транспорт, разгрузив тем самым центр мегаполиса.»

Каждая перехватывающая автостоянка должна удобно располагаться вблизи от станций метрополитена или других остановок общественного транспорта. В этом случае водитель личного транспортного средства всегда

сможет быстро припарковать машину и, пересев на трамвай, метро, автобус или троллейбус, добраться до места назначения.

История создания перехватывающих парковок

Впервые перехватывающие парковки появились в США в начале 19970-х годов. Чтобы снизить использование личных машин, использовали два способа: разные формы кооперации владельцев автомобилей и создание систем перехватывающих парковок.

В первом варианте группа автовладельцев соседей, по очереди отвозит других на работу на своей машине, используя одно транспортное средство. В американских городах для машин с несколькими пассажирами на автостраде часто предусмотрен специальный ряд (транзитная полоса), движение по которому осуществляется в более свободном режиме.

Во втором варианте организовывалось место для временного хранения автомобильного транспорта, чтобы пассажиры могли пересесть на общественный транспорт. Такие парковки оказались очень эффективным способом регулирования загрузки дорожной сети (Рис.1).

Рис. 1. Перехватывающая парковка

В целом, международный опыт применения и строительства перехватывающих парковок можно назвать положительным. Например, в Бостоне действуют ограничения на максимально допустимое в центральных районах количество парковочных мест- суммарно составляют около 45 тысяч машиномест (из них 2500 – только у станции Alewife). Эту проблему решили созданием перехватывающих парковок прямо у метро.

Еще одни пример одной из самых многонаселенных стран. В Китае, есть проблема не только с парковкой машин, но и с другими транспортными средствами. В целом страна считается густонаселенной, поэтому изначально в Пекине организовывались велосипедные парковки. Каждый велосипедист оставлял свой транспорт, получал номерок, совершал поездку в метро, а на выходе мог взять другой велосипед и продолжить на нем путь. Позже стали появляться организованные по такому принципу автомобильно-велосипедные парковки, решившие часть множество транспортных проблем.

Международным союзом общественного транспорта (МСОТ) организация «перехватывающих» парковок по принципу «P+R» («Park and ride» - «Паркуйся и поезжай») признана как одна из эффективных мер, способствующих упорядочению использования личного транспорта в городах. Наиболее широко системы «перехватывающих» парковок применяются в крупных городах США и Европы (Германии, Франции, Швейцарии и т.д. Часто они устраиваются на станциях городских и региональных железнодорожных систем (Бостон, Чикаго, Гамбург, Глазго, Лондон, Милан, Стокгольм, Торонто, Париж и др.). В Будапеште, Хельсинки, Риме, Мюнхене, Брюсселе система «P+R» применяется в сочетании с метрополитеном, в Гетеборге и Марселе - с трамвайными и автобусными линиями.[2]

Средний показатель обеспеченности машино-местами из расчета на 1000 жителей в Европе колеблется в пределах от 1 - 6 м/м на 1000 жителей (для сравнения, для Москвы данный показатель составляет менее 1 м/м на 1000 жителей). Лидерами по обеспеченности машино-местами в «P+R» являются: Люксембург - 50 м/м на 1000 жителей и Женева - 26 м/м на 1000 жителей [1].

Мировой опыт показывает, что размещение систем «P+R» на городских территориях зависит от типа перехватываемых транспортных потоков, которые подразделяются на: региональные (межрегиональные) и внутригородские. Очевидно, что транспортный поток, следующий из региона, необходимо «перехватывать» на въездах в город, у ближайших к границе города станций скоростного внеуличного транспорта, тем самым не пропуская автомобили далее на улично-дорожную сеть. «Перехвату» внутригородских транспортных потоков, может способствовать формирование системы комфортабельных транспортно-пересадочных узлов, в состав которых будут включаться «перехватывающие» стоянки в срединной зоне города и на периферии ЦПЗ.

Формирование системы перехватывающих парковок в России

В отечественной планировочной практике, система организации паркирования легковых автомобилей по принципу «P+R» для Москвы предлагалась в составе Генерального плана 1971 года, но не была осуществлена. В составе Генерального плана развития Москвы к расчетному сроку (ориентировочно 2025 год) намечено сформировать систему «перехватывающих» паркингов общей вместимостью 250 тыс. машино-мест.

Первую перехватывающую парковку в Москве открыли в 2012 году — возле станции метро «Аннино», что вблизи МКАД, столичной кольцевой автодороги. Аннинская парковка существует и сейчас, хотя с тех пор система несколько раз видоизменялась.

Опыт Москвы переняло также ближайшее Подмосковье, осуществляя перехват возле ключевых станций «железки», и Санкт-Петербург.

А столица планомерно продолжала кампанию по оборудованию перехватывающих парковок возле станций метро, гордо доведя их число до «свыше двадцати».

Сейчас в Москве действует около 30 работающих в круглосуточном режиме перехватывающих парковок, расположенных у 16 столичных станций Метрополитена. До конца 2020 года планируется принять в эксплуатацию 58 перехватывающих парковок вместимостью более 21 тысячи парковочных мест [3].

Данные о загруженности парковок в будние дни весьма неоднородны. Одни забиты до отказа с семи утра и до восьми вечера, другие якобы постоянно пустуют.

Отзывы автомобилистов, относительно таких парковок, сильно разделились. Многие уверены, что решить проблему дорожного трафика таким способом невозможно, и в целом такая мера, оказывая минимальное воздействие, не помогает разгрузить дороги и ресурсы, направленные на строительство подобных объектов и решение проблемы, тратятся впустую.

Жители крупных мегаполисов, таких как Москва и Санкт- Петербург проводят в пробках на дороге огромную часть дня, поэтому стоит продолжить искать альтернативные и более продуктивные способы решения данной проблемы.

В тоже время, нельзя не согласиться с теми, кто утверждает, что перехватывающие парковки в определённой мере справляются с возложенными на них задачами. Они хоть и частично, но разгружают дороги.

Однако отрицательная сторона этого аспекта состоит в том, что значительно возрастает нагрузка на метрополитен и общественный транспорт, особенно в утренние и вечерние часы.

Рассмотрим конкретный пример. На сайте московского транспорта указана подробная информация, а именно то, что перехватывающие парковки расположены вблизи самых востребованных станций метрополитена, МЦК и МЦД. Они позволяют автомобилистам экономить время в пути: водитель может оставить здесь машину и пересесть на общественный транспорт.
В соответствии с условиями тарифа, парковками можно воспользоваться бесплатно с 05:30 до 02:00 при совершении не менее двух поездок на метро, МЦК или МЦД, первая из которых — от ближайшей к парковке станции. Для пассажиров МЦК, МЦД и метрополитена парковка бесплатна, при соблюдении некоторых условий. В целом же, в таком крупном городе как Москва- перехватывающих парковок достаточно. Многие находятся на стадии проекта или строительства [4].

В другом менее крупном городе Новосибирске таких парковок не хватает. Несмотря на то, что дорожный трафик достаточно большой, по имеющейся на данный момент информации стройка данного объекта не ведется.

Основной поток автомобилей, выезжающих на районную и далее на магистральную улично-дорожную сеть, формируется в периферийных жилых районах города, расположенных вне зоны пешеходной и, зачастую, вне зоны транспортной доступности от станций скоростного внеуличного транспорта. Следовательно, имея целью эффективную разгрузку улично-дорожной сети города путем «перехвата» внутригородских транспортных потоков из периферийных жилых районов, главной задачей исследовательской работы является выявление наиболее удобных и рациональных точек – станций скоростного внеуличного транспорта – размещение «перехватывающих» паркингов, которые позволят значительно разгрузить улично-дорожную сеть.

Особенности перехватывающих парковок

Перехватывающие паркинги дают возможность автовладельцам миновать долгие простои в мучительных пробках в утренние и вечерние часы. То есть водитель сможет поставить своё средство передвижения на ближайшей к станции метрополитена автостоянке, далее добираться до запланированного пункта назначения непосредственно на метро или ином общественном транспорте.

Также это удобно для жителей близлежащих к городам областей. Например, водитель может добраться своим ходом до ближайшей транспортной развязки, оставив своё авто на специально оборудованной стоянке.

Из недостатков, которые могут препятствовать решению проблемы перегруженности дорожной системы в городе, можно выделить следующие причины.

Отсутствие полноценных комплексных схем, в котором были бы отражены системы перехватывающих парковок. Причем в этой схеме должны быть не только парковки, но еще и важные места города, а также сеть общественного транспорта.

Недостаток нормативно- правовых актов, которые бы регламентировали строительство, проектирование, и устанавливали бы единые утвержденные стандарты и параметры.

Нехватка мотивации автовладельцев использовать такой способ парковки, так как водители пока не сильно заинтересованы в них, ведь это в какой-то степени снижает комфорт поездки. Даже на имеющихся подобных парковках в нашей стране – их заполняемость порой оставляет желать лучшего.

Можно предложить следующие варианты решения этой проблемы:

Создать комплексную схему города, с отражением на ней не только всей дорожно- транспортной системы, но и выделением основных проблемных мест.

Создать нормативно- правовую базу, регламентирующую проектирование, строительство и обслуживание перехватывающих парковок.

Проведение просветительской деятельности о пользе, важности и преимуществах использования перехватывающих парковок, не только среди уже действующих автомобилистов, но и среди будущих- например, в автошколах, среднеспециальных учебных заведениях и т.д.

Подводя итог, можно отметить, что перехватывающие парковки при должном применении могут значительно разгрузить дорожно-транспортную сеть города, но для этого нужен комплексный всесторонний подход.

Библиографический список:

1. Авраменко Н. «Планировочные зоны Москвы: дифференциация и транспортное объединение»// "Архитектура и строительство Москвы". - 1975 г. - №11- 18-21 с.

2. Боровик Е.Н. Система перехватывающих стоянок в Москве: проблемы и перспективы // "Архитектура и строительство Москвы". -2007г. - № 5

3. «Закон города Москвы «О генеральном плане города Москвы» от 05.05.2010 № 17» -«Вестник Мэра и Правительства Москвы» - 06.2010 г. - спецвыпуск № 1 - тт. 1 - 3.

4. Власов Д.Н. «Снижение нагрузки на улично-дорожную сеть центральной планировочной зоны от внутригородского транзитного автомобильного транспорта (на примере г. Москвы)» - дисс. К.Т.Н., 18.00.04, МГСУ - Москва, 1999 г - 211 с.

5. Власов Д.Н. «Транспортно-пересадочные узлы крупнейшего города (на примере Москвы)» Монография - М: Изд-во АСВ, 2009 г - 96 с.

Mokhova I.S. *Intercept parking*

УДК 624.042

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Омаров А.М. (гр. ИСМм-20-1)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент базовой кафедры АО «Мостострой-11» Овчинников И.И.

Тюменский индустриальный университет

Конструкции из трубобетона широко используются в транспортном, промышленном и гражданском строительстве. В данной статье приведены результаты исследований и рассмотрены примеры применения различных материалов для сооружения конструкций из трубобетона.

Tube confined concrete structures are widely used in transport, industrial and civil construction. This article presents the results of research and considers examples of the use of various materials for the construction of structures made of tube confined concrete.

Если конструкция транспортного сооружения, выполненная из металлических труб, испытывает изгиб, то при длительных нагрузках возникает проблема обеспечения жесткости таких конструкций. Наполнение металлической трубы бетоном позволит придать трубе необходимые характеристики для обеспечения геометрической неизменяемости.

Наиболее эффективно такая конструкция будет служить при сооружении стоек опор мостов.

Согласно диаграмме сравнения жесткостных характеристик металлической трубы, усиленной бетонированием и полой трубы, усиленная труба обладает повышенной жесткостью, прочностью на сжатие, сниженной деформативностью, а также практически не теряет прочность при продольном изгибе. Бетон, в свою очередь получает значительно повышенную прочность при скалывании.

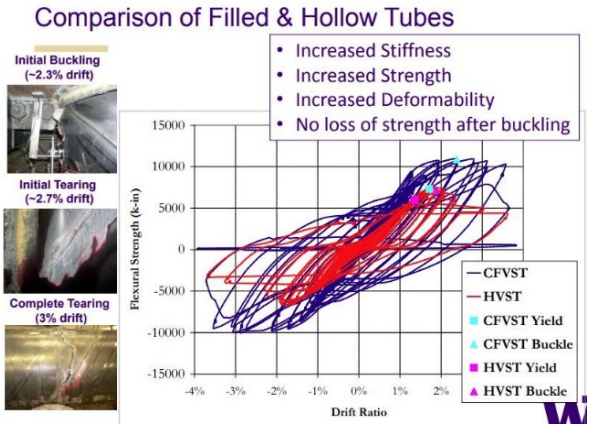


Рис. 1. Диаграмма сравнения характеристик жесткости усиленной и полой трубы. Источник https://abc-utc.fiu.edu/

Авторы [1], на примере моста «Cold Water Creek Bridge», пришли к выводу, что при применении технологии CFST (Concrete Filled Steel Tubes) при возведении промежуточных опор моста, взамен обычных железобетонных опор, то при равной прочности возможно сокращение диаметра конструкции на 76,2 см (30 дюймов).

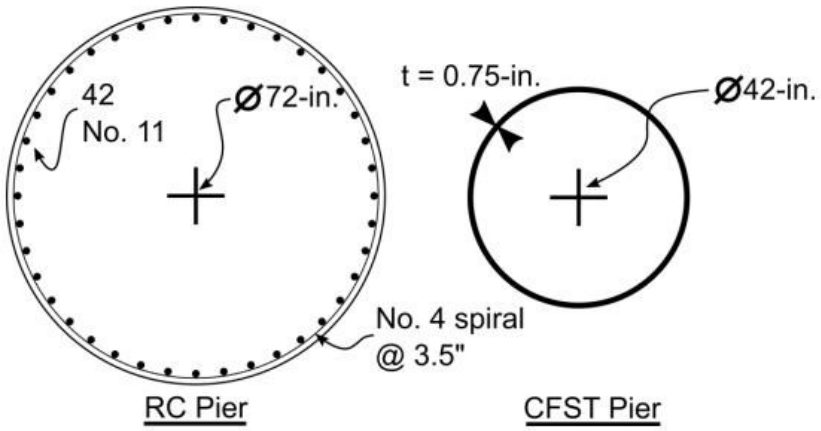


Рис. 2. Сравнение диаметра CFST опоры с железобетонным аналогом. Источник https://abc-utc.fiu.edu/

Также, значительно снижаются затраты стали и бетона на возведение конструкции, а суммарная масса опор снижается на 63%:

Общая масса опор (m)	104,8	38,7
Разница между массами опор	Уменьшение на 63 %	

Рис. 3. Сравнение массы CFST опоры с железобетонным аналогом. Источник https://abc-utc.fiu.edu/

Технология CFST получила также широкое применение в строительной индустрии Китая. Так, например, при возведении колонн для уникальных высотных зданий, конструкция с применением стальных труб, заполненных бетоном, является типовой наряду с железобетонными, стальными и сталежелезобетонными аналогами (рис. 4).

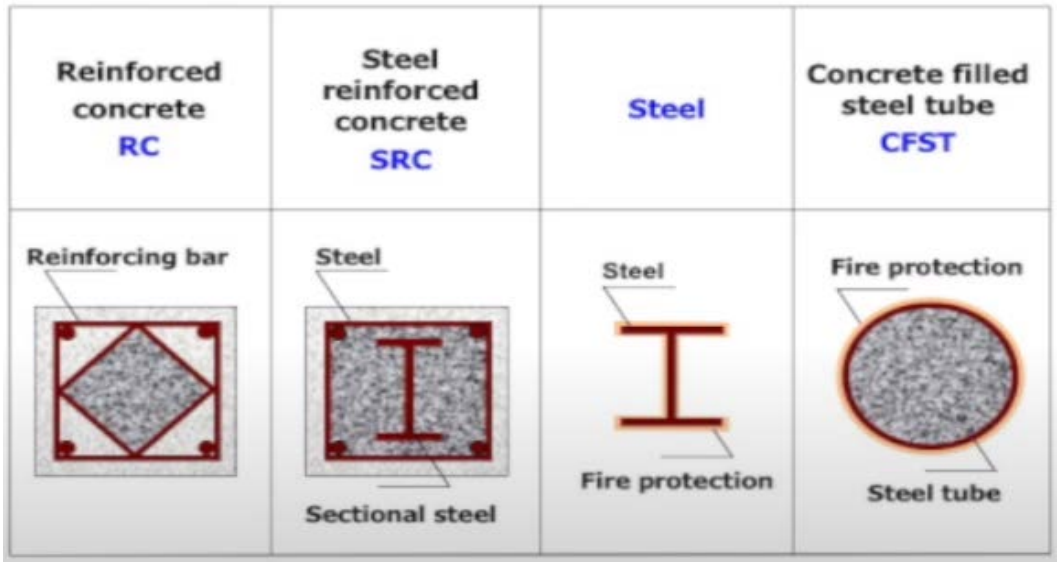


Рис. 4. Основные варианты конструкций колонн для высотных зданий Китая Источник https://ascelibrary.org/

Однако, при применении стандартной технологии CFST, также существует проблема обеспечения соответствующих характеристик огнестойкости и антикоррозионной защиты. Так, в сентябре 2018 года, на конференции в Гонконге, профессор Линь-Хай Хань представил работу о поведении и проектных вычислениях конструкций колонн с применением труб из нержавеющей стали, заполненных бетоном (CFSST - Concrete filled stainless steel tubes) [2]. Использование подобных конструкций решает проблему коррозионной стойкости конструкций, повышает их ударопрочность и огнестойкость.

В ходе обширного исследования было проанализировано поведение конструкций CFSST при сейсмических воздействиях, длительных нагрузках, воздействии повышенных температур, а также при совокупном действии этих факторов.

В результате были сделаны следующие выводы: внутренняя поверхность трубы из нержавеющей стали, как правило имеет более низкие показатели адгезии с бетоном, при этом адгезия повышается на более поздних стадиях загружения. Конструкции из CFSST продемонстрировали высокий показатель рассеивания энергии, при этом высокая пластичность нержавеющей стали улучшает способность труб поглощать энергию при поперечном ударе. Также был сделан вывод о том, что такие конструкции обладают гораздо большей огнестойкостью, в сравнении с конкурирующими конструкциями.

Повышения коррозионной стойкости трубобетонных конструкций также можно добиться применением полимерных композитов в качестве материала для труб. Это решение было применено при создании технологии «Bridge in a backpack».

Название технологии «Bridge in a backpack» можно перевести как «Мост в рюкзаке». Действительно, ведь арочные трубы, применяемые в качестве арматуры и опалубки настолько компактны и легки, что теоретически компоненты моста могут быть размещены вручную или с помощью легкого оборудования, избегая необходимости в тяжелой технике. Стеклопластиковый настил также достаточно легкий для установки вручную. Он крепится к аркам и в конечном итоге покрывается монолитной железобетонной стяжкой и мембранной гидроизоляцией. Внедрение этой новой технологии применяется с включением арочных опор и подпорных стенок для восприятия как горизонтальных, так и вертикальных сил.

Технология «Bridge in a Backpack», разработанная в Университете штата Мэн [3], обеспечивает недорогое, легкое и коррозионностойкое решение для строительства грунтозасыпных арочных мостов. Трубы из полимерного композитного материала имеют прочность, сопоставимую с прочностью стали и, в то же время обеспечивают превосходную коррозионную стойкость. Арочные трубы имеют легкий вес, что обеспечивает легкую транспортировку и быстрое развертывание строительства. Результатом использования легких труб из углеродного волокна является грунтозасыпной арочный мост, который может быть построен менее чем за две недели и прослужить более 100 лет при незначительном техническом обслуживании.

Чтобы эффективно выполнять конструкционное проектирование с использованием арочных элементов, исследователи разработали методику анализа, которая была проверена путем натурных испытаний образцов арки. Образцы подвергались статическим испытаниям, изучалась их реакция на изгиб при нагрузке и предельная прочность. Была замечена превосходная корреляция между экспериментальными и прогнозируемыми результатами, обеспечивающая высокий уровень достоверности метода моделирования (рис.5).

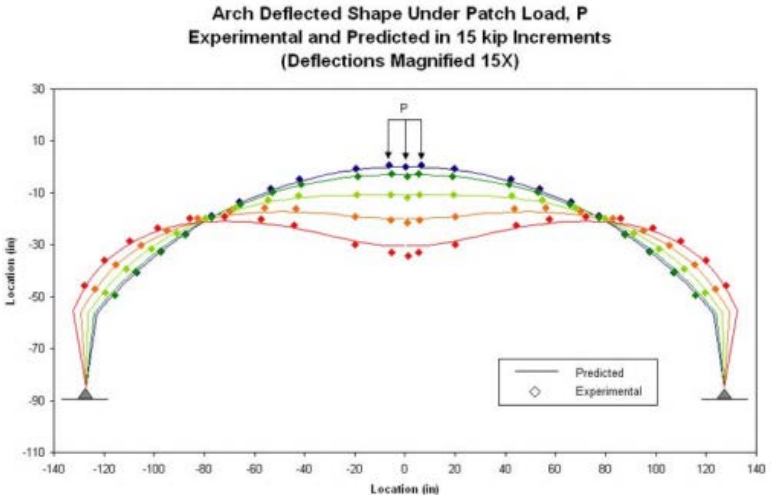


Рис. 5. Схема деформирования формы арочных труб (экспериментальная и ожидаемая) под нагрузкой, ступень нагружения равна 67 кН (15 килофунтов)

Преимущества технологии «Bridge in a Backpack»:

-в качестве арматуры необходима только полимерная композитная труа;

-быстровозводимая конструкция;

-долговечность (композитная оболочка защищает бетон от воздействия окружающей среды, снижая затраты на техническое обслуживание и увеличивая срок службы конструкции;

-простота конструкции - опалубка проста в установке, сокращается необходимость в тяжелой технике, кранах и больших бригадах;

-конкурентоспособная стоимость;

-эффективность транспортировки - компактные, легкие материалы могут транспортироваться на объект одним грузовиком.

Реконструкция моста Нила (Neal Bridge) в городе Питтсфилд, штат Мэн

Технология была продемонстрирована при реконструкции 90-летнего моста Нила, расположенного в Питтсфилде, штат Мэн. При строительстве моста шириной 13 метров и пролетом около 10 метров, понадобилось 23 арочных элемента. Арки были установлены за один рабочий день, покрыты стеклопластиковым настилом и залиты бетоном. Затем передние и боковые стены были засыпаны, уложена дорожная одежда и мост был открыт для движения.

Под основание арок был выполнен монолитный фундамент мелкого заложения.

Рис. 6. Монтаж арочных труб из полимерных композитов

Арки покрыты коррозионностойким гофрированным настилом из ФАП (фиброармированный пластик) с помощью болтов, которые становятся анкерами после заполнения арок бетоном. Настил также способствует удержанию грунта (рис. 7).

Рис. 7. Покрытие арочных труб стеклопластиковым настилом

Двадцать кубических метров самоуплотняющийся бетона на расширяющемся цементе заливали через отдельные отверстия в верхней части каждой арки (рис. 8). Для заполнения бетонной смесью понадобился 1 час. Бетон также был нанесен на настил, который вместе с анкерами образует жесткую диафрагму в поперечном направлении.

Рис. 8. Заполнение арочных труб бетонной смесью через отверстия

На следующий день после заливки бетона были устроены откосы и боковые подпорные стенки (рис. 9). Был засыпан песок поверх бетонной стяжки по гофрированному настилу, уложено дорожное покрытие.

Рис. 9. Завершение строительства мостового сооружения

Для постоянного наблюдения за мостом были установлены датчики. (рис.10). Программа мониторинга включает в себя испытания нагрузкой от транспортных средств и установку контрольно-измерительных приборов для измерения деформаций и прогибов арки. Испытания зафиксируют изменение отклика конструкции с течением времени (потеря жесткости, прогибы, растрескивание и т.д.)

Рис. 10. Мониторинг технического состояния мостового сооружения

Применение трубобетона в зарубежном транспортном строительстве позволяет решать проблемы, связанные с недостатками конкурирующих материалов. При этом, исходя из примеров, рассмотренных в статье, для изготовления таких конструкций могут использоваться различные материалы: различные виды стали, полимерные композитные материалы, а также разновидности модифицированного бетона.

Библиографический список

1.B. Khaleghi, D. Lehman, C. Roeder «Concrete Filled Steel Tube Bridge Pier Connections – An ABC Solution»// Monthly Webinar Series presentation. – 2016. P. 1- 57.

2.Han LH, Xu CY, Tao Z. «Performance of concrete filled stainless steel tubular (CFSST) columns and joints: Summary of recent research», Journal of Constructional Steel Research, 2018

3.Maine Department of Transportation «Bridge in a Backpack : An Innovative Bridge Technology Using Rigidified Inflatable Composite Arches», Brochure, April 29, 2009.

Omarov A.M., Ovchinnikov I.I. *Experience of the use of various technologies and materials for structures made of tube confined concrete*

УДК 625.7/.8.004.68

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА ФЕДЕРАЛЬНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ А-146 В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ИЛЬСКОМ

Рябцев Т.А. (20-СМ-СТ4)

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

Кубанский государственный технологический университет

Непрерывный рост интенсивности движения на автомобильных дорогах Краснодарского края в последние годы привел к необходимости их срочной реконструкции с увеличением числа полос движения. При этом особого внимания заслуживают участки автомагистралей, проходящих внутри поселков городского типа. Существует несколько способов решения этой проблемы. В данной статье рассмотрен инновационный способ реконструкции участка многополосной дороги в поселке городского типа Ильском с устройством пешеходных переходов через автомагистраль.

The continuous increase in traffic intensity on the highways of the Krasnodar Territory in recent years has led to the need for their urgent reconstruction with an increase in the number of traffic lanes. At the same time, special attention should be paid to the sections of highways that pass within urban-type settlements. There are several ways to solve this problem. This article describes an innovative way to reconstruct a section of a multi-lane road in the urban-type settlement of Ilsk with the device of pedestrian crossings over the highway.

В результате проведения инструментальной диагностики транспортно-эксплуатационного состояния одной из федеральных дорог установлено, что основной проблемой реконструируемого участка автомобильной дороги А-146 Краснодар-Верхнебаканский (км 53+000-км 57+000) являются многокилометровые дорожные заторы, которые являются причиной низкой пропускной способности исследуемого участка. Одним из наиболее значимых факторов, образующих дорожные заторы, является светофорное регулирование движения на нескольких примыканиях поселковых улиц в поселке городского типа Ильском. Пытаясь хоть как-то решить эту проблему, Управление федеральных дорог по Краснодарскому краю, вместо ускорения строительства платной автомагистрали Абинск – Кабардинка, идущей в обход поселка Ильского, пошло на вынужденные меры и ввело чрезвычайно жесткое светофорное регулирование на этом участке дороги.

Зеленый сигнал светофора для транспортного потока на пересечении с улицей Первомайской и другими улицами поселка горит около 3-х минут, во время которых поток прямого направления, движущийся по основной дороге, пользуется возможностью дальнейшего следования по своему маршруту. Но даже такого долгого таймера не хватает для пропуска всех транспортных средств за один цикл. В связи с этим на участке дороги А-146 в поселке Ильском образуются большие дорожные заторы, особенно в летний период, когда транспортные средства движутся в направлении Черного моря к Крыму.

Одновременно с этим возникла проблема пропуска движения местного автомобильного транспорта и пешеходов на указанном пересечении. Долгое ожидание зеленого сигнала светофора, совершенно обоснованно, вызывает у водителей и пассажиров местного автомобильного транспорта, а также у пешеходов недовольство данной ситуацией. Отсюда идут постоянные протесты на бездействие местной и краевой власти, зреет активное противодействие политики забвения ими нужд местного населения в их транспортном обеспечении. Недовольство жителей поселка Ильский данной ситуацией активно поддерживают местные органы массовой информации. А отсюда недалеко и до взрыва народного недовольства в виде демонстраций.

Частично эту проблему можно решить, хотя бы для пешеходов, за счет строительства пешеходных переходов в 2-х уровнях на пересечениях основной федеральной дороги с местными улицами.

Кроме того, для облегчения ситуации с заторами на основной дороге А-146, необходимо уширить проезжую часть с устройством 4-х полос движения и переходно-скоростных полос на пересечениях и примыканиях улиц.

В связи с проблемами, описанными выше, возникла необходимость реконструкции данного участка дороги. Из-за его особенности расположения в непосредственной близости от поселковой застройки, классические методы реконструкции посредством уширения и увеличения числа полос движения будут значительно затруднены. Поэтому студентом – соавтором статьи по идее научного руководителя по дипломному проектированию доцента С.С.Близниченко и под его руководством был предложен альтернативный способ повышения пропускной способности исследуемого участка дороги – проектирование пешеходных переходов в разных уровнях на пересечениях автомагистрали с местными улицами поселка с учетом рекомендаций [1, 2].

Ниже представлено описание существующего участка данной федеральной автомобильной дороги и рекомендуемых нами основных современных инновационных технологий по оптимальному проектированию его реконструкции.

Рассматриваемый участок автомобильной дороги А-146 км 53+000 –км 57+000, проходя по поселку Ильскому, представляет собой типичный участок городской улицы с бордюрным поперечным профилем проезжей части и тротуарами.

Дорога в плане представляет собой практически прямолинейный участок, трасса в плане имеет 33 углов поворота. Из них 6 – без разбивки кривых, минимальный радиус кривой составляет 170 м.

Продольный профиль с подъемом на путепровод через железную дорогу. Элементы плана и продольного профиля не накладывают ограничений на режим движения автомобилей. Однако наличие примыканий улиц местного движения в одном уровне и наземных

пешеходных переходов, что негативно сказывается на режиме и безопасности дорожного движения.

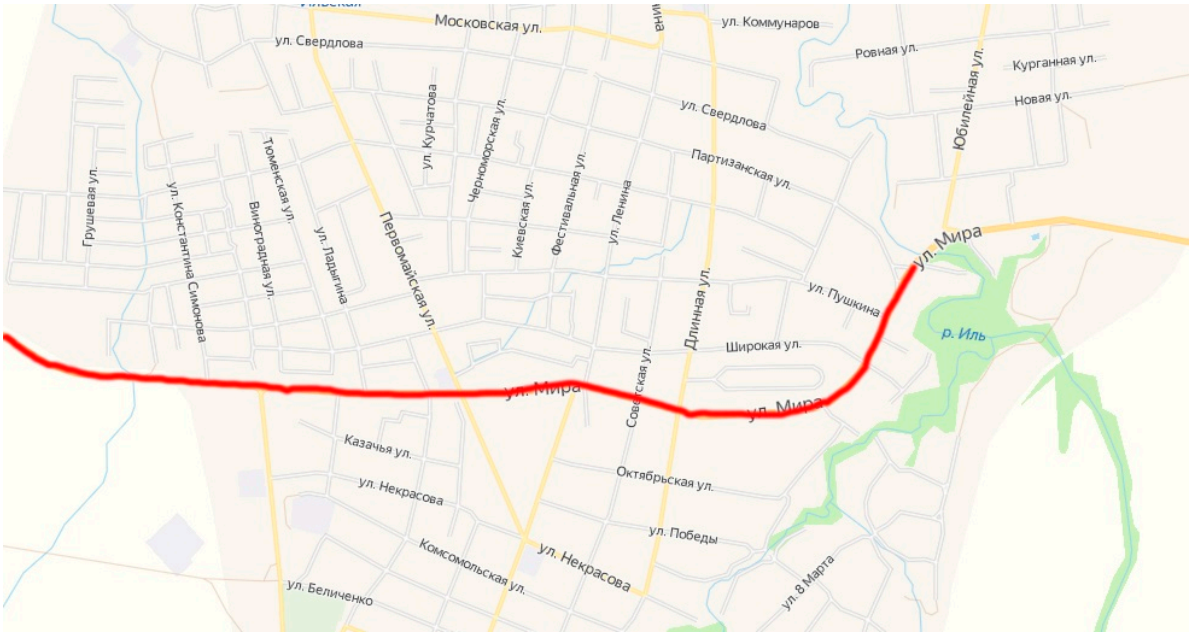


Рис. 1. План трассы реконструируемой дороги

Существующий участок дороги относится к I-в технической категории.

Участок дороги км 53+000 до км 53+728 находится вне населённого пункта. Реконструируемая дорога пересекает весь п. Ильский.

Высота насыпи земляного полотна колеблется – от 0,2 м до 10,0 м. На всем протяжении реконструируемого участка автомобильной дороги ширина земляного полотна автомобильной дороги составляет 15,0-23,0 м. Существующие откосы насыпи – 1:1,5 – 1:3.

В населенном пункте на участках, где тротуары находятся вблизи проезжей части, был использован существующий бордюрный профиль.

На всём протяжении реконструируемого участка автомобильной дороги наблюдаются: занижение обочин, поперечный уклон не соответствуют требованиям СП 34.13330.2012 для дорог I-в категории.

Элементы земляного полотна находятся в хорошем состоянии и не требуют дополнительного ремонта перед реконструкцией.

Ширина существующего покрытия проезжей части на отдельных участках составляет от 7,5 до 15,0 метров.

Асфальтобетонное покрытие проезжей части существующей дороги имеет:

- неудовлетворительные сцепные качества покрытия;
- на всем протяжение ремонтируемого участка наблюдаются одиночные продольные и поперечные трещины, местами имеется полирование покрытия, искажен поперечный профиль проезжей части, поперечные уклоны не соответствуют нормативу.

Наблюдается занижение обочин относительно прилегающей кромки участка проезжей части. Уклон обочин более 40 %, что и приводит к разрушению кромки проезжей части и сползанию обочин.

Исходя из вышеизложенного, были приняты следующие основные проектные решения, с учетом рекомендаций [3, 4, 5].

Трассирование на участке автомобильной дороги производилось камерально в системе IndorCAD/Road, на основе цифровой модели местности существующей автодороги и прилегающей территории, полученной в результате инженерно-геодезических изысканий.

Местоположение проектной оси дороги в поперечнике определялось с учетом необходимости максимального использования существующей проезжей части и земляного полотна, а также размещения в существующей полосе отвода необходимых элементов поперечного профиля. Автоматизированная система проектирования IndorCAD/Road позволяет выполнять процедуру укладки трассы в многооконном режиме, визуально оценивая положение проектной оси и кромок проезжей части в поперечном профиле. Все кривые запроектированы с использованием переходных кривых в соответствии с требованиями СП 34.13330.2012 Запроектированные элементы трассы в плане представлены в Ведомость элементов плана трассы 333/15-АД.В7.

В связи с тем, что дорога проходит в стесненных условиях, исключающих возможность изменения местоположения в плане, проектная ось дороги проложена с максимальным приближением к существующей оси.

Продольный профиль трассы и примыканий запроектирован в соответствии с СП 34.13330.2012 и Рекомендациями по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений исходя из условий обеспечения водоотвода и безопасности движения.

Сопряжение смежных участков проектной линии продольного профиля предусматривается вертикальными кривыми.

Проектные отметки обусловлены близостью застройки и увязкой в высотном отношении трассы с существующими улицами, переулками и въездами во дворы частной жилой застройки.

Проектные и рабочие отметки продольного профиля даны по верху покрытия оси проезжей части.

Проектная линия автодороги проложена по обертывающей, с минимально необходимыми рабочими отметками, определяемыми из условий необходимости усиления дорожной одежды, а также продольного и поперечного выравнивания проектной поверхности покрытия. При этом проектная линия продольного профиля представляет собой сплайн с радиусами кривизны, соответствующими требованиям СП 34.13330.2012 к выпуклым и вогнутым кривым.

Проектом предусматривается максимальное использование земляного полотна существующей автодороги с устранением всех деформаций и повреждений, в соответствии с требованиями Классификации.

Поперечные профили трассы запроектированы в соответствии с СП 34.13330.2012, Рекомендациями по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений и типовыми материалами для проектирования серии 503-0-47.86 «Поперечные профили автомобильных дорог, проходящих по населённым пунктам».

Конструктивно поперечные профили земляного полотна в целом оставлены без изменения существующих параметров и представлены на рисунке 2.

Поперечные профили верха земляного полотна запроектированы с учетом необходимости выравнивания до требуемых нормативов поперечных уклонов. Поперечный профиль принят двускатным, на виражах - односкатным. Уклон проезжей части принят равным 20 ‰; обочин – 40 ‰, уклон виража – 20 ‰.

Ширина полосы движения и проезжей части была принята в пределах параметров существующей автодороги, но не менее 3,5 м и 15 м соответственно (плюс уширения на виражах). Ширина обочин была принята в пределах существующей ширины обочин (от 0,75 до 3,75 м).

Требуемая видимость поверхности проезжей части на всем протяжении дороги обеспечена.

Дорожная одежда принята капитального типа с асфальтобетонным покрытием в соответствии с положениями СП 34.13330.2012 и заданием на проектирование.

На рассмотрение заказчика – Управления федеральных дорог по Краснодарскому краю были представлены различные варианты типов дорожной одежды. Были представлены два варианта по усилению дорожной одежды, одним из которых является «классическое» двухслойное усиление, другой вариант представляет собой усиление с использованием технологии холодной регенерации. Укрепление обочины представлено одним типом.

Проектная конструкция дорожной одежды на отдельных участках принята в зависимости от транспортно-эксплуатационных характеристик существующей дорожной одежды и ее состояния.

В связи с наличием в толще грунта под основанием дорожной одежды различных разнородных прослоек, а также большой интенсивности движения большегрузного транспорта при высокой температуре окружающей среды, создаются предпосылки образования колейности в покрытии. Данный вид дефекта ярко выражен в существующей дорожной одежде.

Расчет конструкции дорожной одежды произведен по ОДН 218.1.052-2002 с использованием программного продукта Indor/Pavement. При этом требуемый модуль упругости дорожной одежды был определен на основании данных об интенсивности и составе движения, предоставленных

заказчиком – Управлением федеральных дорог по Краснодарскому краю. Сцепление и ровность покрытия после завершения строительства должны соответствовать требованиям «Рекомендаций по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» [5].

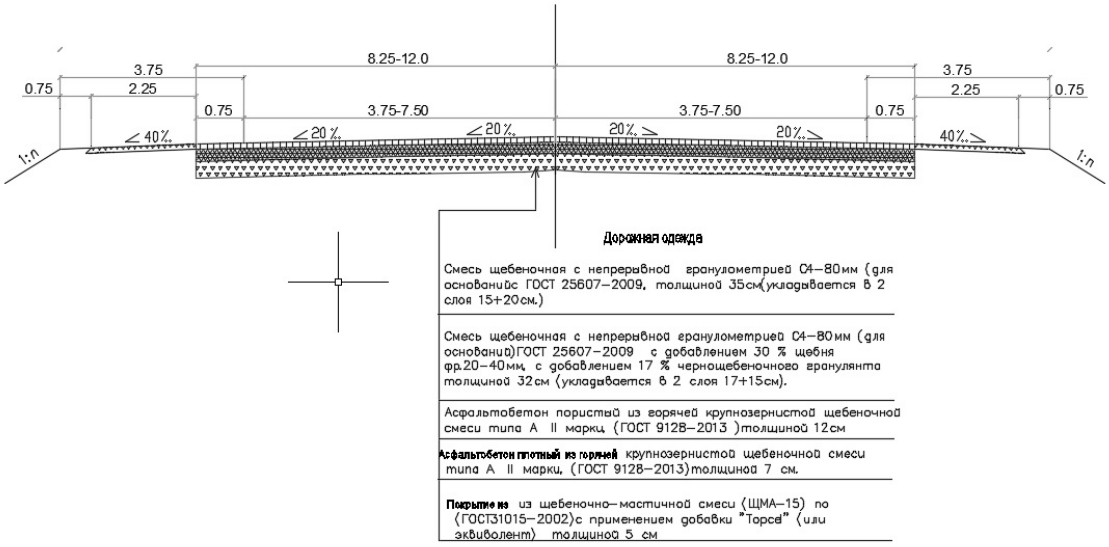


Рис. 2. Конструктивный поперечный профиль дорожной одежды

Кроме вышеперечисленных проектных решений был разработан раздел по строительству пешеходных переходов через автомагистраль в разных уровнях, обеспечивающих радикальное решение проблемы беспрерывного пропуска пешеходов через дорогу.

На рисунке 3 показан план одного из таких надземных переходов.

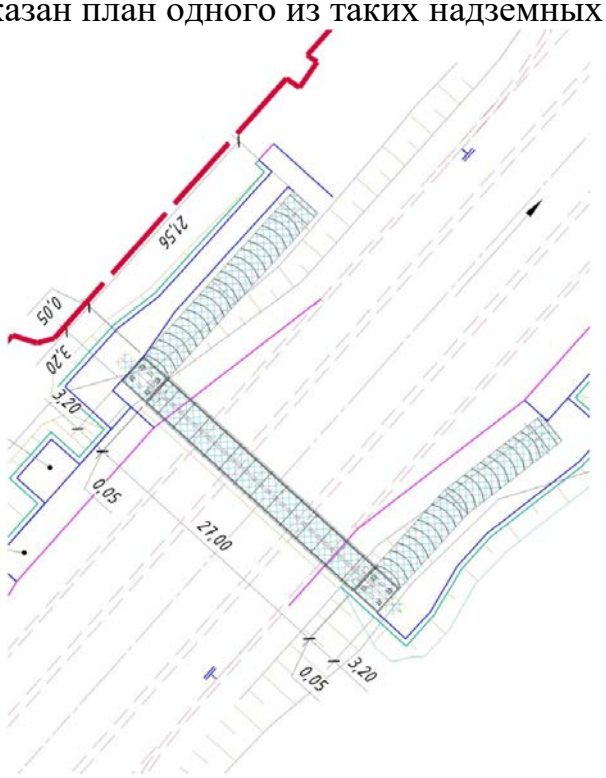


Рис. 3. План надземного пешеходного перехода в разных уровнях

На рисунке 4 представлен фрагмент технологического процесса по строительству надземного пешеходного перехода в разных уровнях.

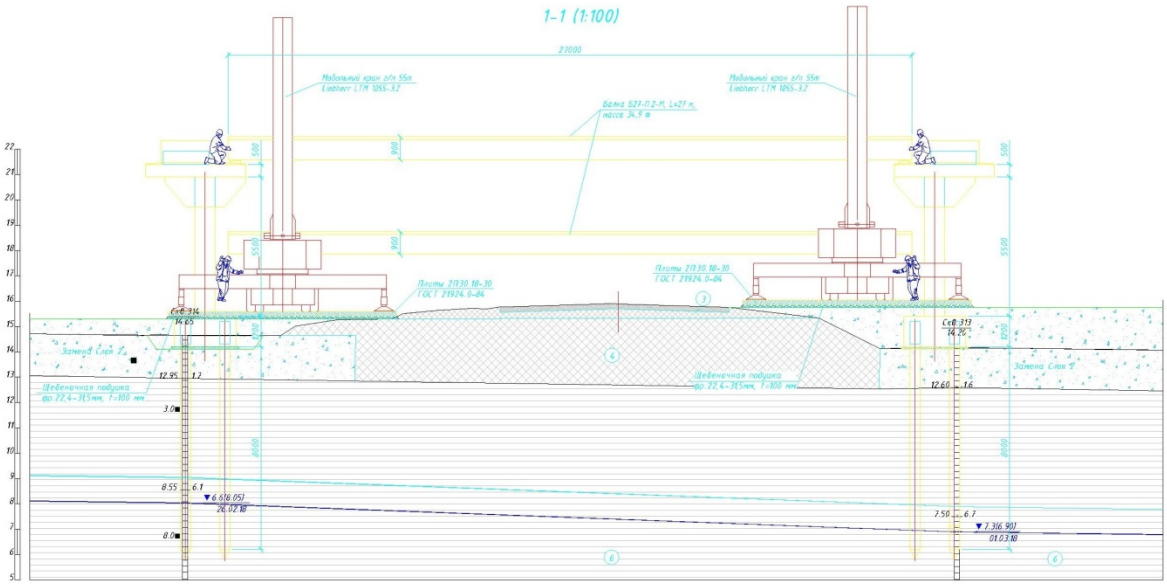


Рис. 4. Монтаж элементов пешеходного перехода в 2-х уровнях

Таким образом, предлагаемые современные инновационные технологии проектирования реконструкции участка федеральной автомобильной дороги А-146 в поселке городского типа Ильском, позволяют кардинально улучшить условия движения транзитного автотранспорта и пешеходов и на много повысить безопасность дорожного движения.

Библиографический список:

1. Бабков В.Ф. Современные автомобильные магистрали. – М: Транспорт, 1974. – 280 с.

2. Реконструкция автомобильных дорог / [А.П.Васильев, А.П.Лупанов, В.В. Силкин и др.]; под ред. А.П.Васильева. – М.: Издательство АСВ, 2015. -848 с.

3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. – М: Транспорт, 1990. – 240 с.

4. Шестокас В.В., Самойлов Д.С. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах. – М: Транспорт, 1987. – 206 с.

5. Хомяк Я.В., Гончаренко Ф.П., Копилевич С.Л. Инженерное оборудование автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1990. – 232 с.

***Ryabtsev T.A., Bliznichenko** S.S. Modern innovative technologies for designing the reconstruction of a section of the federal highway A-146 in the urban-type settlement of Ilsk*

УДК 625.7/.8

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Саркисян Д.А. (гр. АМАД-21)

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Углова Е.В.

Донской государственный технический университет

Технология информационного моделирования играет значимую роль в современной науке и широко применяется на практике. Тенденция развития информационного

моделирования становится популярной и повсеместной, это связано в первую очередь с быстрыми темпами развития современных технологий. В статье рассматриваются основные принципы BIM-технологии в проектировании автомобильных дорог, и описывается один и примеров применения информационного моделирования.

Information modeling technology plays a significant role in modern science and is widely used in practice. The trend of information modeling development is becoming popular and widespread, this is primarily due to the rapid development of modern technologies. The article discusses the basic principles of BIM technology in the design of highways, and describes one of the examples of the application of information modeling.

BIM (англ. Building Information Model или Modeling) – это инновационный метод проектирования объектов строительства, при применении которого используются все параметры, связанные с жизненным циклом объекта.

Все эти данные формируют так называемую информационную модель, в которой изменение одного параметра приводит к автоматическому перерасчету всех остальных взаимосвязанных параметров. В этом принципиальное отличие BIM-технологии от обычной 3D-визуализации.

Одним из главных плюсов является то, что работать с единой информационной моделью могут одновременно несколько групп специалистов.

Информационное моделирование позволяет выполнять большое количество функций, необходимых для реализации объекта, основными из которых являются:

1. Создание чертежей;
2. Разработка отчетов;
3. Построение (моделирование) графиков выполнения работ;
4. Выполнение полного анализа проекта;
5. Управление состоянием объекта на стадии эксплуатации.

Концепция BIM-технологии заключается в особом подходе к жизненному циклу объекта строительства, при котором информационная модель содержит в себе конструкторскую, технологическую, экономическую и любую другую информацию о составляющих его взаимосвязанных элементах.

Жизненный цикл автомобильной дороги – это промежуток времени, за который объект проходит все процессы своего существования, начиная от стадии концептуального планирования, заканчивая ликвидацией (демонтажом). Его делят на крупные стадии, которые в свою очередь подразделяются на отдельные этапы и процессы.

Основными этапами жизненного цикла автомобильной дороги являются:

1. Планирование. На данном этапе производится разработка несколько различных вариантов прохождения трассы, их технико-экономическое сравнение и дальнейший выбор оптимального варианта.

2. Проектирование. Крайне трудоемкий процесс, в ходе которого осуществляются геометрическое моделирование местности, создается детальная геометрическая модель автомобильной дороги и связанных с ней элементов.

3. Реализация. Это этап строительства, ремонта или реконструкции автомобильной дороги, в ходе которого производятся строительные работы и подготовка объекта к сдаче в эксплуатацию.

4. Эксплуатация. На протяжении данного этапа автомобильная дорога эксплуатируется и регулярно обслуживается, в связи с чем проводится: периодическая диагностика; процесс выявления дефектов; планирование мероприятий по текущему и капитальному ремонту как самой автомобильной дороги, так и расположенных на ней сооружений.

Для анализа эффективности применения BIM-технологии в проектировании автомобильных дорог в научно-исследовательской работе было выполнено комплексное проектирование объекта: «Строительство автомобильной дороги общего пользования регионального значения «Подъезд к аэропорту «Южный».

На сегодняшний день строительство данного объекта завершено, автомобильная дорога введена в эксплуатацию. Это позволило провести более детальный анализ разработанного проекта, реализованного с помощью информационного моделирования, с утвержденной рабочей документацией.

Название аэропорта «Южный» имеет рабочий характер, и использовалось в процессе строительства, итоговое название - аэропорта «Платов».

Согласно СП 34.13330.2012 [1] данная автомобильная дорога соответствует Iб категории, при расчетной скорости 120 км/ч. В соответствии с категорией автомобильной дороги на проектируемом участке были приняты соответствующие технические параметры, отраженные в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические параметры проектируемого участка

Технический параметр	Ед. изм.	Значение
Расчетная скорость	км/час	120
Число полос движения	шт	4
Ширина земляного полотна	м	28,5
Ширина проезжей части	м	4x3,75
Ширина обочины	м	3,75
Ширина укрепленной полосы обочины	м	0,75
Ширина остановочной полосы	м	2,5
Ширина разделительной полосы	м	6,00
Наибольший продольный уклон	‰	40,00

Наименьший радиус кривой в плане	м	3000
Наименьший радиус вертикальной криво: - вогнутой - выпуклой	 м м	 5000 15000
Тип дорожной одежды	-	капитальный
Вид покрытия подходов	-	асфальтобетон
Расчетные нагрузки на дорожную одежду	кН	115
Наименьшее расстояние видимости	м	450

Район тяготения проектируемой дороги характеризуется наличием нескольких крупных потокообразующих и потокопоглощающих полюсов: г. Ростов-на-Дону, Таганрог, Новошахтинск, Шахты, Каменск-Шахтинский, Новочеркасск, Аксай, Азов и других населенных пунктов, расположенных в часовой доступности от областного центра.

Процесс проектирования состоял из 3-х основных этапов:

1. Получение исходных данных. С помощью конструктора моделей в InfraWorks 360 на карте указывается интересующая территория площадь не более 200 км^2. На выбранной территории информация о дорогах, зданиях и водных пространствах подгружается из OpenStreetMap, снимки со спутников из Microsoft Bing Maps накладываются на рельеф модели, который, в свою очередь, строится на основе геолокационных радаров

2. Разработка проекта. Для создания ЦММ и детального проектирования автомобильной дороги необходимые данные экспортировались в AutoCAD Civil 3D. Главным плюсом, и причиной использования, AutoCAD Civil 3D является то, что данный продукт позволяет создавать любые требуемые элементы поперечных сечений дорожной одежды, достаточно быстро анализирует проектные решения, достигая оптимума, за короткий промежуток времени. С помощью функционала AutoCAD Civil 3D на данном этапе прорабатываются все основные составляющие проекта (план, продольный профиль, поперечные профили земляного полотна и дорожной одежды и т.д.)

3. Сборка и визуализация модели. Конечным этапом создания информационной модели является сборка всех данных в InfraWorks 360 с дальнейшей визуализацией. Данные из AutoCAD Civil 3D экспортируются в InfraWorks 360, объединяются в едином пространстве.

Стоит отметить, что вышеперечисленные программные продукты не единственные, которые были использованы, более подробное описание процесса проектирования изложено в научно-исследовательской работе.

Применение BIM-технологии в научно-исследовательской работе заключалась в первую очередь в том, что создавались взаимосвязанные участки автомобильной дороги и развязок. Так, меняя общий профиль трассы, было видно, как это отражается на развязках, на объёмах работ и на других параметрах.

Использование информационного моделирования в дорожно-мостовом строительстве позволяет существенно сэкономить время работающих специалистов, так как дает возможность спроектировать и заранее протестировать работоспособность всех инженерных решений и концепций ещё до начала процесса строительства.

Можно выделить следующие преимущества BIM-технологии в область проектирования автомобильных дорог:

1. Сокращение сроков проектирования;
2. Сокращение ошибок при проектировании;
3. Повышение производительности работы благодаря простоте получения информации;
4. Повышение согласованности строительной документации, сокращение количества проектных изменений;
5. Точный расчет затрат на эксплуатацию и обслуживание объекта и сокращение расходов на реализацию проекта;
6. Рост контроля над расходами, рост точности прогнозов;
7. Доступность конкретной информации о производителях материалов, количественных характеристиках для оценки и проведения тендера;

Библиографический список:

1. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» (Актуализированный СНиП 2.05.02-85*).
2. ГОСТ Р 21.1101-2009 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
3. СТО АВТОДОР 8.6-2016 «Организационная и технологическая поддержка процессов формирования информационных моделей автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла» (приказ от 7 апреля 2016 г. № 44).
4. ОДМ 218.3.105-2018 «Методические рекомендации по организации взаимодействия участников разработки проектной рабочей документации на пилотных проектах строительства, капитального ремонта и реконструкции автомобильных дорог с применением BIM-технологии».

Sargsyan D.A. *Application of bim technology in the design of roads*

УДК 625.8

ОБОСНОВАНИЕ ТИПИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ЮГА РОССИИ

Тян В.Ю. (гр. СМ-3-19), Журавлев А.В. (гр. СМ-3-19)

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор Девятов М.М.

Волгоградский государственный технический университет

В ходе изучения процесса разработки проектных решений по восстановлению транспортно-эксплуатационных характеристик покрытия методом холодной регенерации и проекта транспортной стратегии России, а также альбомов типовых конструкций дорожной одежды выяснили, что на данный момент не разработаны

типовые решения с использованием данного метода. Предлагается рассмотрению теоретическая модель, служащая основой для дальнейшего создания типовых альбомов с использованием технологии холодной регенерации.

In the course of studying the process of developing design solutions for restoring the transport and operational characteristics of the pavement by the method of cold regeneration and the draft transport strategy of Russia, as well as albums of typical pavement structures, it was found that at the moment no standard solutions have been developed using this method. A theoretical model is proposed for consideration, which serves as a basis for the further creation of standard albums using the technology of cold deep in-place recycling.

В современном дорожном строительстве на ряду, с безопасностью, качеством и высокими технико-эксплуатационными характеристиками, стоит экологичность производства строительных работ [1]. При осуществлении регулярного, капитального ремонта и реконструкции стандартными способами, асфальтобетонные слои дороги, не отвечающие требуемым характеристикам, удаляются, при этом снятое покрытие не используется, становясь твердым строительным мусором, подлежащим утилизации [2]. В проекте транспортной стратегии Российской Федерации, на период до 2035 одной из приоритетных задач, является доведение доли дорожной сети городских агломераций, находящихся в нормативном состоянии до 85 % к 2024 году (в 2018 году эта доля 44%), а автомобильных дорог регионального значения до 50,9% к 2024 году и до 85,% к 2035 году (2018 год – 43,4%) [3]. Исходя из задач транспортной стратегии, потребуется резкое увеличение объёма работ по плановому и капитальному ремонту, реконструкции и модернизации дорог, что приведёт к увеличению более чем в два раза количества асфальтогранулята, вырабатываемого в процессе производства работ. Метод холодной регенерации позволяет повторно использовать асфальтобетон слоев дорожной одежды, потерявший эксплуатационные свойства, в качестве наполнителя для вновь устраиваемого покрытия.

Холодная регенерация в дорожном строительстве России практикуется с конца 90х годов, с течением времени использование метода от локальных экспериментальных участков строительства стало повсеместно внедряемым на всей территории страны [4]. Однако перенятый за рубежом опыт производства строительных работ, не влияет на способы создания проектной документации в России, ввиду отличающейся нормативно-правовой базы.

Проанализировав действующие альбомы типовых конструкций нежёстких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах, было выявлено отсутствие типовых проектных решений, для проектирования с использованием метода холодной регенерации [5]. Исходя из этого, была определена проблема, заключающаяся в необходимости обоснования типизации проектных решений с использованием метода холодной регенерации.

После изучения выполненной проектной документации, прошедшей экспертизу и допущенной до строительных работ, такой как:

«Ремонт автомобильной дороги «Аткарск - Песчанка» - автомобильная дорога «Р-158 «Нижний Новгород – Арзамас – Саранск – Исса – Пенза – Саратов» на участке км 0+000 – к 36+833 в Аткарском районе Саратовской области»;

«Ремонт автомобильной дороги «Новые Бурасы – Кутьино – Вязьмино - Петровск» на участке км 1+123 - км 25+000 в Новобурасском районе Саратовской области»;

«Ремонт автомобильной дороги «Саратов – Тепловка – Базарный Карабулак – Балтай» на участке км 60+305 - км 102+755 в Саратовской области»;

«Ремонт автомобильной дороги «Р-158 «Нижний Новгород – Арзамас – Саранск – Исса – Пенза – Саратов» – «Березовка – Студеный» на участке км 0+000 – км 25+355, на участке км 0+000 – км 17+800 в Петровском районе Саратовской области»;

«Ремонт автомобильной дороги «Мокроус - Долина» на участке км 0+000 – км 15+660 в Федоровском районе Саратовской области»; «Ремонт автоподъезда к с. Рогаткино - с. Дубовка от автомобильной дороги «Р-228 «Сызрань-Саратов-Волгоград» на участке км 0+000 – км 10+000 в Красноармейском районе Саратовской области». Была разработана теоретическая модель (таблица №1) создания типовых проектных решений при проектировании восстановления транспортно-эксплуатационных характеристик покрытия методом холодной регенерации. Для создания типовых проектов необходимо в зависимости от исходных данных, таких как технической категории автомобильной дороги, дорожно-климатической зоны, геометрических параметров покрытия, состояния покрытия, толщин слоев дорожной одежды, выполнить разработку рецепта для устройства слоя из асфальтогранулобетонной смеси. Далее производится выбор необходимой конструкции дорожной одежды, и расчет на сдвигоустойчивость, сопротивление при изгибе, статистическую нагрузку, морозоустойчивость [6].

Создание типовых проектов потребует рассмотрения и систематизации всех возможных сценариев работы при отличающихся исходных данных, рецептов, конструкций дорожной одежды и их расчета. При этом возникает колоссальный объем работ, так как следует учесть все возможные варианты исполнения для каждого проектного решения. Необходимо дать четкую и лаконичную последовательность действий, собранную в единый альбом типовых решений, чтобы специалист инженер мог принять необходимую рассчитанную конструкцию дорожной одежды. Оптимизировать выполнение расчетов позволят современные системы автоматизированного проектирования от российских компаний «Робур» и «Индорсофт».

Таблица 1

Теоретическая модель

<table>
<tr><th>Сбор исходных данных проектирования</th><th>Анализ полученных данных</th><th colspan="2">Выбор проектных решений</th><th>Создание типовых проектов</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Фиксация геометрических параметров рассматриваемой автомобильной дороги</td><td rowspan="3">Расчет объемов асфальтогранулята</td><td rowspan="3">Классификация асфальтогранулята</td><td>вид минеральной составляющей исходных асфальтобетонов: щебеночный; гравийный</td><td rowspan="5">Классификация и систематизация спроектированных конструкции дорожной одежды в зависимости от анализа исходных данных и выбора проектных решений</td></tr>
<tr><td>Величина номинальных размеров наименьшего диаметра зерен минеральной части (d, мм) и наибольшего (D, мм): крупнозернистый – 0,05/40; мелкозернистый – 0,05/20</td></tr>
<tr><td>Температура размягчения вяжущего, восстановленного с его поверхности, по классам: I – температура размягчения по кольцу и шару не более 60°С; II – температура размягчения по кольцу и шару более 60°С</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Сбор проб асфальтобетона</td><td rowspan="2">Определение свойств асфальтогранулята</td><td rowspan="2">Выбор вяжущего</td><td>минеральное вяжущее</td></tr>
<tr><td>битумное вяжущее</td></tr>
</table>

			комплексное вяжущее	
Фиксация дефектов покрытия	Определение технических характеристик автомобильной дороги	Определение параметров асфальтогранулобетона	Расчет толщины получаемого слоя	
			Расчет доли вяжущего	
			Расчет количества дополнительно вводимых материалов	
		Определение толщины ресайклирования		
	Оценка целесообразности проведения работ методом холодной регенерации	Область применение асфальтогранулобетона	Нижний слой покрытия	
			Верхний и нижний слой покрытия (для временных дорог)	
			Слои оснований	
			Расклинцовка слоев оснований	
			Укрепление обочины	
		Проектирование и расчет конструкции дорожной одежды с использованием слоя асфальтогранулобетона	Проектирование в программном комплексе Робур	
			Проектирование программном комплексе Индоркад	

Разработанная теоретическая модель послужит основой для создания типовых проектов с использованием рассматриваемой в статье технологии. Типовые проекты позволят систематизировать и унифицировать проектные решения, что в свою очередь сократит срок выполнения проектных работ. Так же они позволят проектным организаций не имеющим необходимого программного обеспечения, или специалистам без опыта работы с использованием метода холодной регенерации выполнять работу быстрее, уменьшив количество ошибок.

Библиографический список:

1. Девятов М.М. Основы теории модернизации сети автомобильных дорог городов. // Наука и техника в дорожной отрасли. 2010. № 4. С. 10-15.
2. Обоснование выбора конструкций дорожных одежд с использованием критерия энергетических затрат. Автореферат диссертации кандидата технических наук Конорева, Алла Александровна 2009, Омск
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года https://omorrss.ru/upload/files/Проект%20Транспортной%20стратегии%20на%20период%20до%202035%20г..pdf
4. Бахрах Г.С. Холодная регенерация дорожных одежд нежесткого типа. М.: Росавтодор, 1999. 84 с.
5. ОДМ 218.2.104 – 2020. «Альбом типовых конструкций нежёстких дорожных одежд в различных дорожно-климатических зонах».
6. Горнаев Н.А., Никишин В.Е., Кочетков А.В. Холодный регенерированный асфальт // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007. Т. 3. № 1 (26). С. 112–116.

Tyan V.Y., Zhuravlev A.V. *Justification for typing design solutions for the restoration of transport and operational characteristics of the pavement by the method of cold regeneration of highways on the south of Russia*

УДК 625.7

О ПРАВИЛАХ РАСЧЕТА НОРМАТИВОВ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ НА КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ, РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Цыбель Н.В. (гр. СМ-3-20)

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Карпушко Е.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» нацелен на решение задачи по доведению доли автомобильных дорог федерального значения, соответствующих нормативным требованиям, в их общей протяженности до 85 %, а доли региональных дорог - до 50,9 %. На увеличение межремонтных сроков оказывает влияние содержание автомобильных дорог. Нормативы финансовых затрат на капремонт, ремонт и содержание автодорог федерального значения рассчитаны с учетом увеличения межремонтных сроков эксплуатации до 12 лет.

The national project "Safe and High-Quality Roads" is aimed at solving the problem of bringing the share of federal roads that meet regulatory requirements

in their total length to 85%, and the share of regional roads to 50.9%. The increase in the turnaround time is influenced by the maintenance of highways. The standards of financial costs for overhaul, repair and maintenance of federal highways are calculated taking into account the increase in the turnaround time of operation up to 12 years.

Анализ плановых и отчетных данных «Мониторинга хода реализации мероприятий национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [1] показал, что 21 субъект Российской Федерации не достигнет запланированного показателя (50,9%) по доли автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям, который составляет от 24,8 до 48,8%. Архангельская область – 29,1%, Тверская область – 33,7%, Саратовская область – 24,7%, Республика Марий Эл – 35,1% и другие.

У 26 субъектов РФ значение показателя составляет более 50% (от 50,1 до 84,1%). Это Свердловская область – 50,1%, Тюменская область – 61,4%, Красноярский край – 71,4%, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – 84,1% и другие. Таким образом, мы делаем вывод, что данный показатель к 2024 году будет находиться в диапазоне от 24,8% до 85,7%.

Увеличению межремонтных сроков автомобильных дорог будет способствовать их эффективное содержание [2], а это напрямую зависит от размера бюджетных ассигнований федерального бюджета.

Оценка технического состояния автомобильных дорог, проект организации движения и анализ аварийности являются исходными данными формирования программы дорожных работ. Далее происходит разработка сметной документации на ремонт, капремонт и содержание дорог. Сметные расчеты разрабатываются с учетом классификации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, а также межремонтных сроков и периодичности их выполнения.

Постановлением правительства РФ от 30 мая 2017 года № 658 «О нормативах финансовых затрат и правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения» [3] установлены нормативы денежных затрат в виде стоимости 1 км по видам работ: капитальный ремонт, ремонт и содержание для автомобильных дорог V категории:

на содержание – 806 тыс. рублей/км,

на ремонт – 4738 тыс. рублей/км,

на капитальный ремонт - 12008 тыс. рублей/км.

При расчете ассигнований федерального бюджета указанные ставки подлежат корректировке в зависимости от категории дороги (таблица 1), количества полос (таблица 2), а также дорожно-климатических условий.

Таблица 1

Коэффициенты, учитывающие дифференциацию стоимости по категориям

Вид работ	Категории автомобильных дорог						
	IA	IБ	IB	II	III	IV	V

Капремонт	10,52	9,97	9,84	5,58	3,58	2,49	1
Ремонт	9,98	9,58	9,51	5,54	3,59	2,6	1
Содержание	5,94	5,68	5,32	2,55	1,51	1,15	1

Таблица 2

Коэффициенты, учитывающие дифференциацию стоимости по количеству полос движения

Вид работ	Категория автомобильных дорог и количество полос движения										
	IA			IБ			IB			II	
	8	6	4	8	6	4	8	6	4	4	2
Капремонт, ремонт	1,63	1,32	0,98	1,62	1,31	0,98	1,62	1,31	0,98	1,47	0,98
Содержание	1,49	1,23	0,98	1,46	1,22	0,98	1,42	1,2	0,97	1,37	0,98

Размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения на соответствующий финансовый год $Н_{б\,ас}$ рассчитывается по формуле:

$$Н_{б\,ас.} = Н_{кап.рем.} + Н_{рем.} + Н_{сод.}, \quad (1)$$

где

$Н_{кап.рем.}$ - размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации (тыс. рублей);

$Н_{рем.}$ - размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на ремонт автомобильных дорог федерального значения (тыс. рублей);

$Н_{сод.}$ - размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на содержание автомобильных дорог федерального значения (тыс. рублей).

Размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт автомобильных дорог федерального значения на соответствующий финансовый год ($Н_{кап.рем.}$) рассчитывается по формуле:

$$Н_{кап.рем.} = Н_{Vкап.рем.} \times К_1 \times К_2 \times К_3 \times К_{деф.} \times L_{кап.рем.}, \quad (2)$$

где

$Н_{Vкап.рем.}$ – установленный норматив финансовых затрат;

$К_1$ – коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по категориям;

$К_2$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по количеству полос;

$К_3$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по федеральным округам;

$К_{деф.}$ - индекс-дефлятор на год планирования;

$L_{кап.рем.}$ - расчетная протяженность дорог соответствующей категории.

Размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на ремонт автомобильных дорог федерального значения на соответствующий финансовый год ($Н_{рем.}$) рассчитывается по формуле:

$$Н_{рем.} = Н_{v\ рем.} \times К_1 \times К_2 \times К_3 \times К_{деф.} \times L_{рем.}, \quad (3)$$

где

$Н_{Vрем.}$ - установленный норматив финансовых затрат;

$К_1$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по категориям;

$К_2$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по количеству полос;

$К_3$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по федеральным округам;

$К_{деф.}$ - индекс-дефлятор на год планирования;

$L_{рем.}$ - расчетная протяженность дорог соответствующей категории.

Размер бюджетных ассигнований федерального бюджета на содержание автомобильных дорог федерального значения на соответствующий финансовый год ($Н_{сод.}$) рассчитывается по формуле:

$$Н_{сод.} = Н_{v\ сод.} \times К_1 \times К_2 \times К_3 \times К_{деф.} \times L_{сод.}, \quad (4)$$

где

$Н_{Vсод.}$ - установленный норматив финансовых затрат;

$К_1$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по категориям;

$К_2$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по количеству полос;

$К_3$ - коэффициент, учитывающий дифференциацию стоимости по федеральным округам;

$К_{деф.}$ - индекс-дефлятор на год планирования;

$L_{сод.}$ - расчетная протяженность дорог соответствующей категории.

Базовые нормативы денежных затрат на капремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог разработаны в уровне цен 2016 года и предназначены только для целей бюджетного планирования. Данные нормативы не могут быть применены для определения стоимости конкретного объекта. Данная стоимость определяется проектной документацией [4, 5].

Нормативы затрат учитывают типовой набор работ по капремонту, ремонту и содержанию [6]. Объемы работ по капремонту и ремонту определены с учетом геометрических параметров конструктивных элементов дорог, а объемы по содержанию – с учетом цикличности работ и вероятностного характера их выполнения. Расчет конструкций дорожных одежд учитывает выполнение задач по увеличению межремонтных сроков. На дорогах I-IV категорий он предусмотрен: после ремонта – 12 лет; после капитального ремонта – 24 года.

Для соблюдения данных требований в нормативах по капитальному ремонту предусмотрены мероприятия по полной замене конструкций дорожных одежд; по ремонту – полная замена покрытий с частичным восстановлением оснований дорожных одежд; на содержание – в зависимости от категории дороги включены работы по устройству слоев износа, защитных слоев и поверхностей обработки дорожного покрытия, а также учтена информация об интенсивности движения.

Переход на финансирование на основе нормативов способствует поэтапному приведению в нормативное состояние сети автомобильных дорог по требуемой нагрузке, увеличению межремонтных сроков. Расчетный экономический эффект от реализации финансирования по нормативам эксперты оценивают в 14 млрд. рублей в год.

Библиографический список:

1. Национальный проект «Безопасные качественные дороги». [Электронный ресурс]. URL: https://bkdrf.ru/

2. Владимирова Н. Внимание: ИННОДОР. Мир дорог. 2017. № 99. С. 14-17.

3. Постановление Правительства РФ от 30 мая 2017 г. N 658 "О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения", режим доступа: http://ivo.garant.ru/#/document/71689744/paragraph/1:2

4. Реформа ценообразования и сметного нормирования в строительстве: концептуальный подход к новой системе ценообразования. Антонян О.Н., Карпушко Е.Н., Соловьева А.С. Экономика строительства. 2017. № 4 (46). С. 3-14.

5. Problems of modernization and technical re-equipment of Russian machine-building enterprises. Olga Antonyan, Elena Karpushko and Anna Solovyeva. MATEC Web Conf., 129 (2017) 01022. DOI: https://doi.org/10.1051/matecconf/201712901022

6. Федотов С.В., Матюшенко Т.Ф. О финансировании ремонта и содержания автомобильных дорог федерального значения по утвержденным нормативам. Дороги и мосты. 2007. № 2. С. 11-20.

Tsybel N.V. *About the rules for calculating the standards of financial costs for capital repairs, repair and maintenance of federal roads*

УДК 528.92:625.7

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Шестопалов И.В., Шевченко Е.Д. (гр. СУЗ-1-20)

Научный руководитель – д-р геогр. наук, профессор Анопин В.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Обоснована необходимость использования геоинформационных технологий при обновлении картографических материалов придорожных территорий. Изложен материал, освещающий требования к техническим характеристикам, применяемых при проведении изысканий GPS – приёмников. Отмечена необходимость выполнения

конкретных операций дополнительными полевыми обследованиями отдельных участков автомобильных дорог.

The necessity of using geoinformation technologies when updating cartographic materials of roadside territories has been substantiated. The article presents the material covering the requirements for the technical characteristics used in the survey of GPS - receivers. The necessity of performing specific operations by additional field surveys of individual sections of highways is noted.

В работах по уточнению содержания топографических и тематических карт Российской федерации, созданию цифровых и навигационных карт, проводимых предприятиями Федерального агентства геодезии и картографии (Роскартографии), очень важным является обновление карт автомобильных дорог, а также комплекса объектов дорожной инфраструктуры и придорожного сервиса.

Необходимое для рационального планирования дорожного строительства и выполнения мероприятий по реконструкции объектов дорожной инфраструктуры картографирование придорожных территорий является достаточно сложной работой. Это обусловлено необходимостью использования большого объема информации, в т. ч. топографической и аэрокосмической, а также оценки экологических и социально-экономических факторов, нередко представленных в виде качественных характеристик. Весьма проблематичным является выявление результатов наложения этих факторов друг на друга в пространственно-временной динамике и, как следствие, построение оценочно-прогнозных моделей [1].

Решение проблемы может быть достигнуто использованием геоинформационных технологий (ГИС-технологий), разработанных и применяемых на базе современных электронных средств обработки изыскательской информации. Применение ГИС-технологий дает возможность интеграции аэрокосмического мониторинга, математического моделирования и компьютерного картографирования в единый процесс, обеспечивающий проведение проектных работ на высоком уровне [2].

Картографическое отображение природно-ресурсного потенциала территории расположения автомобильных дорог средствами геоинформационных систем дает наглядную картину её экологического состояния, и изменения в результате промышленного, транспортного и жилищного строительства на придорожных землях, а также воздействия выброса на них поллютантов автомобильного транспорта.

Являющиеся составной частью картографирования, геоинформационные системы, цифровые, космо- и аэросъемочные технологии находят применение при оценке технического состояния инженерных объектов, экологической и геоморфологической обстановок, а также при проектировании и реконструкции существующих сооружений линейного типа, мониторинге и прогнозе чрезвычайных ситуаций и т. п. [3].

К настоящему времени в геодезии и других науках о Земле призошли революционные изменения, связанные с использованием глобальных систем позиционирования. Традиционные геодезические и

топографические технологии уступают место высокоточным, производительным и всепогодным комическим системам. В 1995 г. Федеральной службой геодезии и картографии была утверждена «Концепция перехода топографического производства на автономные методы спутниковых координатных определений». Переход на новые технологии влечёт за собой применение не только других методов определения координат, но также другого порядка выполнения исследований. В настоящее время происходит интенсивное проникновение геоинформационных технологий в науки, связанные с анализом и обработкой пространственно-скоординированных данных, в частности обработки геодезических данных. Но последнее возможно только при применении специализированных программных продуктов, которые достаточно дорогостоящие и сложны в освоении. Для выхода из сложившейся ситуации А.Ф. Варфоламеевым и др. [4] предложена технология использования стандартных геоинформационных систем с точки зрения их пространственной ориентированности для анализа и оптимального выбора пунктов исходной геодезической основы и эффективного выполнения комплекса геодезических работ для высокоточного определения координат пунктов создаваемой опорной геодезической сети [4]. Радикально позволяют повысить спутниковые навигационные технологии эффективность и качество выполнения картографических работ. Цифровые данные координат осевых линий автодорог, объектов дорожной инфраструктуры и придорожного сервиса после определённой обработки могут быть использованы для обновления топографических карт и создания специализированных навигационных карт.

При выборе спутникового навигационного приёмника для обследования автомобильных дорог критериями отбора должны быть: невысокая погрешность определения планового местоположения (не более 10 м), технологичность, т.е. удобство и надёжность установки приёмника в автомобиле, возможность питания приёмника от электрической сети автомобиля, достаточный объём памяти для записи треков и путевых точек, высокое качество приёма сигналов от геодезических спутников, обусловленное наличием внешней антенны, умеренная цена.

Анализ работы приёмников GPS свидетельствовал о целесообразности их применения в исполнении OEM - модулей. Такие приёмники, не имея собственной памяти для фиксации значений определённых координат, непрерывно передают полученные данные на подключенный к ним компьютер. Они компактны, технологичны, имеют внешнюю антенну или изготовляются в одном корпусе с антенной и во время выполнения работ устанавливаются снаружи автомобиля на магните [5].

Результаты проведения испытаний подтверждают возможность использования GPS – приёмников навигационного класса для получения с необходимой точностью осевых линий автодорог, координат объектов

дорожной инфраструктуры и придорожных объектов в кинематическом режиме. Разработчиками изложенной ГИС – технологии [5] определены оптимальные условия получения для различных категорий дорог данных (модель приёмника, скорость и условия движения), уточнены требования к программному обеспечению записи и обработки данных.

Отличительными чертами реализации задач обновления автодорожных карт являются то, что единая цифровая карта территории формируется из цифровых карт в формате СПО «Панорама» и должна содержать «вшитые» в карту крупномасштабные цифровые планы частей населённых пунктов с автомобильными дорогами и обеспечиваться режим непрерывного получения данных от подсоединённого GPS- приёмника в процессе движения. Для обеспечения визуального контроля необходимо отображение получаемых данных на цифровой карте территории [5].

В целом изложенное программное обеспечение и приведённая аппаратура достаточно универсальны и могут найти применение для картографирования железных дорог, судоходных и оросительных каналов, магистральных трубопроводов.

В тоже время при проведении картографирования автомобильных дорог нельзя не учитывать того, что наряду с основным источником информации, используемыми для обновления топографических и тематических карт материалами аэрофото – и космической съёмки, не всегда дающими полное представление о состоянии всего комплекса элементов автомобильных дорог и возможности их эксплуатации различными видами транспорта, важными являются некоторые дополнительные материалы, характеризующие детальное состояние компонентов автодорожной инфраструктуры, полученные в результате непосредственного полевого обследования автодорог.

Библиографический список:

1. Анопин В.Н., Рулёв А.С. Картографирование деградированных ландшафтов Нижнего Поволжья – Волгоград : ВолгГАСУ. 2007. 168 с.

2. Берлянт А.М. Геоиныормационное картографирование – М., 1997. – 62 с.

3. Анопин В.Н., Юферев А.Г.. Рёлёв Г.А. Технология мониторинга состояния полос отвода автомобильных дорог и придорожных территорий с использованием ГИС / Вестник ВолгГАСУ Сер. Стр-во и архит. 2014. Вып. 35(54). С. 160-165.

4. Варфоломеев А.Ф., Коваленко А.К., Манухов В.Ф., Сыромятникова О.В. О проектных работах при создании опорных геодезических сетей с использованием ГИС – технологий // Геодезия и картография №3. 2019. С. 20-25.

5. Попов Ю.И., Говор В.И. О создании программно-аппаратного комплекса для обследования автомобильных дорог // Геодезия и картография №9. 2007. С.13-18.

Shestopalov I.V., Shevchenko E.D. *Application of modern geoinforvation technologies in mapping roads and roadside areas*

УДК 624.21/.8

ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

Ярунов А.А.

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

Тюменский Индустриальный Университет

Крайний Север хранит в себе много неосвоенных территорий, которые несут в себе множество стратегических запасов энергетических и минерально-сырьевых ресурсов. В силу сложностей климатических и инженерно-геологических условий развитие транспортной инфраструктуры на отдаленных участках достаточно сложный процесс.

The Far North contains many undeveloped territories that contain many strategic reserves of energy and mineral resources. Due to the complex climatic and engineering-geological conditions, the development of transport infrastructure in remote areas is a rather complicated process.

Строительство автомобильных дорог и мостовых сооружений в северных районах затруднено по причине плохих геокриологических условий, обусловленных: глубоким сезонным промерзанием и морозным пучением грунтов, образованием наледей, термокарста, наличием вечной мерзлоты. В таких условиях располагается почти половина всей территории нашей страны. Соответственно, возведение транспортных сооружений в таких перспективных регионах как полуостров Ямал, север Западной Сибири считается очень сложным.

Климатические условия в условиях Крайнего Севера характеризуются коротким летом, туманами, сильными осадками во второй половине лета, лютыми морозами на протяжении всей зимы. Если рассматривать территории, уходящие далеко на север, то их особенности грунта можно описать некоторыми отличительными признаками: засоленность грунта, наличие болотистых местностей, грунт имеет льдистые вкрапления.

Строительство на территории вечномерзлых грунтов характеризуется завозом крупнообломочных и скальных грунтов, что значительно увеличивает стоимость возведения сооружений.

Проведение инженерно-геологических изысканий – основной процесс проектирования зданий и сооружений, особенно в суровых климатических условиях. Без проведения лабораторных испытаний либо без проведения полевых испытаний строительство сооружений крайне опасно.

Инженерно-геологические испытания проводятся в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства», где содержится список обязательных данных для составления отчета по инженерно-геокриологическим условиям [2]:

- Нормативная глубина сезонного оттаивания и промерзания;
- Нормативное значение среднегодовой температуры многолетнемерзлых грунтов;

- Наличие льдистых залеганий;
- Распространение таликов;
- Наличие сильнольдистых грунтов;
- Криогенная текстура многолетнемерзлых грунтов;
- Характер распространения, особенности формирования и мощность мнолетнемерзлых грунтов.

Выше описаны только основные составляющие инженерно-геокриологического отчета, способные дать описание видов грунта на будущей строительной площадке. В дополнение к данным характеристикам также составляются отчеты по результатам лабораторных или полевых испытаний, которые содержат в себе более подробную характеристику физико-механических свойств грунта.

Существует необходимость в прогнозировании возможных изменений геокриологических условий строительной площадки, поэтому обязательно проводятся расчеты и испытания в этом аспекте.

Основа долговечности и прочности любого сооружения – фундамент. Правильное проектирование конструктивно-технологических решений является достаточно сложной задачей, решение которой находится благодаря тщательному анализу геологической ситуации грунтов.

На конструктивно-технологические условия влияет выбор принципа использования многолетнемерзлых грунтов, расчет глубины сезонного промерзания и учет морозного пучения.

При проектировании водопропускных сооружений является обязательным выбор принципа использования грунта.

Принцип I заключается в сохранении грунтов в морозном состоянии. В данном случае применяются столбчатые или свайные фундаменты. Суть принципа заключается в недопущении размораживания грунта. Для этого существуют охлаждающие установки. Принцип I целесообразно использовать на участках с твердомерзлыми грунтами, при строительстве на пластичномерзлых грунтах необходимо принятие специальных мер по понижению температуры грунтов на уровне низа фундамента до расчетных значений. Применяется при условиях среднегодовой температуры воздуха ниже -5ºС и глубины промерзания более 30 метров.

Принцип II абсолютно противоположен первому принципу, то есть грунт во время эксплуатации находится в оттаявшем состоянии. В этом случае активно применяются фундаменты мелкого заложения. Использование данного принципа целесообразно применять на скальных, песчаных и несжимаемых, а также на пластичномерзлых грунтах.

Рассмотрим более подробно применение принципа I при проектировании мостовых сооружений в суровых условиях Крайнего Севера. Для стабилизации температуры грунтов по данному принципу рекомендуется применение каменной наброски или использование криогелей.

Рекомендуется обсыпать конусы основания насыпи для сохранения температуры вечномерзлых грунтов по схемам, приведенным на рисунках 1 и 2.

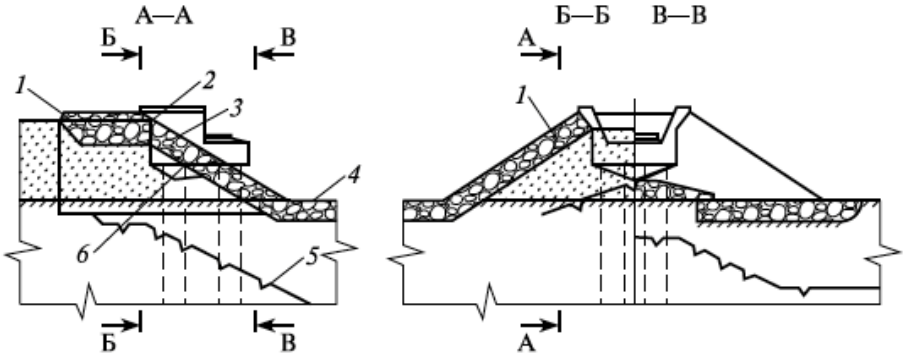


Рис. 1. Обсыпка камнем устоя железнодорожного моста: 1 — возвышение из камня; 2 — устой; 3 — каменная обсыпка; 4 — мощение русла; 5 — уровень сезонного протаивания грунта; 6 — зазор под насадкой (Источник [1]).

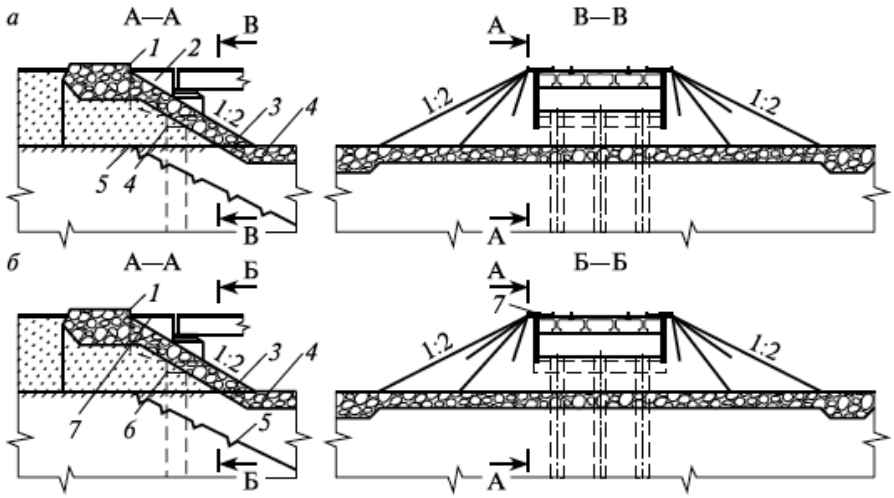


Рис. 2. Обсыпка камнем устоя автодорожного моста: а — устой без козырька; б — устой с козырьком; 1 — возвышение из камня; 2 — устой; 3 — каменная обсыпка; 4 — мощение русла; 5 — уровень сезонного протаивания грунта; 6 — зазор под насадкой; 7 — козырек (Источник [1]).

Каменная наброска устраивается непосредственно из скальных пород грунта, толщина слоя составляет не менее 0,6м. Устройство каменного слоя рекомендуется по истечении года со времени отсыпки конусов и подходов насыпи.

Использование данного метода для стабилизации температуры грунта обычно применяется на однопролетных мостах, в случае использования каменной наброски на многопролетных мостах необходимо располагать промежуточные опоры в пределах конусов с наброской, устаивая их пологими.

Криогели – полимерный материал, способный образовывать сначала гелеобразную структуру, а после нескольких циклов «замораживания-оттаивания» становиться более упругим и увеличивать способность адгезии к породам, содержащимся в грунте. Чем больше проходит циклов, тем прочнее становится структура грунта, сцепленного криогелем [3].

Библиографический список:

1. Строительство мостов и труб в суровых климатических условиях: учеб. пособие / В.Н. Смирнов и др.; под ред. В.Н. Смирнова. — М.: ФГБОУ «Учебно_методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014.
2. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства
3. Максимов А. И. Анализ применения криогелей для укрепления грунтов в условиях Крайнего Севера : магистерская диссертация / А. И. Максимов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД) ; науч. рук. П. В. Бурков. — Томск, 2018.

Yarunov A.A. *Features of climatic and engineering-geological conditions during the construction of transport facilities in the Far North*

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 624. 01/.07

ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ МОСТОВ

Астанков К.Ю. (доцент ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»), Овчинников И.Г. (д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет»)

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения»
ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет»

Приведены сведения о трубобетонных конструкциях, особенностях их структуры и технологические приёмы их возведения. Рассмотрены вопросы долговечности и надёжности трубобетонных конструкций, их способность длительное время после начала разрушения выдерживать нагрузку. Приведены результаты исследований, показывающие эффективность трубобетонных конструкций, работающих не только на внецентренное сжатие, но и на изгиб. Сделан вывод о перспективности применения трубобетонных конструкций в мостостроении, особенно в сфере строительства малых мостов, что связано с высокой степенью живучести сооружений из трубобетона, а также с несложной технологией строительства таких мостов, зачастую расположенных в районах, удалённых от центров индустриализации.

The article provides information about concrete-tube structures, features of their structure and technological methods of their construction. The issues of durability and reliability of pipe-concrete structures, their ability to withstand the load for a long time after the beginning of destruction are considered. The research results showing the effectiveness of pipe-concrete structures operating not only for eccentric compression, but also for bending are presented. It is concluded that the use of pipe-concrete structures in bridge construction is promising, especially in the construction of small bridges, which is associated with a high degree of survivability of structures made of pipe-concrete, as well as with a simple technology for the construction of such bridges, often located in areas remote from the centers of industrialization.

Трубобетонные элементы для сооружения несущих конструкций в транспортном строительстве начали применяться более 80 лет назад. В настоящее время трубобетон эффективно используется при строительстве уникальных большепролетных сооружений и высотных зданий [1]. Из трубобетонных элементов образуются пространственные стержневые системы различной конфигурации. Большое развитие получило применение трубобетона в Китае при строительстве арочных мостов с пролётами, превышающими 400 м. Количество мостов с использованием трубобетонных элементов на сегодняшний день только в Китае превышает 450 единиц [2]. По данным китайских инженеров, экономия от применения трубобетона при использовании специальной технологии бетонирования может превышать 40% из расчёта на единицу длины моста [2].

Трубобетоном называют конструкции, состоящие из стальной трубы, заполненной бетоном. Внутри трубы бетон работает в условиях объемного сжатия, что позволяет эффективно использовать характерные свойства применяемых материалов и получить значительную экономию материалов. Это позволяет существенно сократить размеры поперечного сечения элементов конструкций и, следовательно, уменьшить их массу, а также затраты на транспортировку и монтаж.

Трубобетонные конструкции с применением круглой стальной трубы в настоящее время рассматриваются как наиболее прогрессивные и рациональные. Профиль из круглой стальной трубы наиболее эффективен при полном использовании несущей способности бетона в ядре элемента, т.к. такая обойма выполняет функцию продольной и поперечной арматуры, препятствует развитию трещин во внешних волокнах бетонного сечения и создаёт условия объёмного сжатия для бетона, что существенно увеличивает его прочность. Трубчатый профиль минимизирует объём сварочных работ и количество фасонных элементов. Большим преимуществом трубобетонных конструкций является их хорошая обтекаемость, благодаря отсутствию полок и минимальному количеству фасонных элементов, на них меньше задерживается влага и загрязнения, поэтому они более устойчивы против коррозии и долговечны. Внутренняя поверхность трубы в этих конструкциях надёжно пассивируется щелочной средой бетона.

По сравнению с железобетонными, трубобетонные конструкции более технологичны в изготовлении и монтаже. Они легко транспортируются, хорошо противостоят механическим повреждениям. При их изготовлении не требуются арматурные каркасы и опалубка. Их устройство возможно с минимальным количеством подмостей.

Изготовление трубобетонных конструкций можно производить на существующих заводах железобетонных конструкций с использованием пневматических установок или методом центрифугирования, или же можно заполнять трубы бетоном непосредственно на месте строительства. Бетонирование труб после монтажа трубчатой оболочки в проектное

положение не вызывает технологических затруднений. Например, в КНР для заполнения стальных труб бетоном используются бетононасосы одновременно с вакуумированием с понижением давления на 0,07-0,09 МПа ниже атмосферного. Такой метод использовался для бетонирования труб в ферме арки при длине трубы более 600 м. на строительстве моста через р. Янцзы [2].

Однородность структуры бетона обеспечивается благодаря отсутствию арматурного каркаса. Соединения смежных трубобетонных элементов в конструкции выполняются болтовыми или сварными.

Эксплуатационные требования практически не ограничивают области применения трубобетонных конструкций, которые хорошо работают в сложных условиях агрессивной среды промышленных производств, где применение обычного железобетона связано с необходимостью выполнения дополнительных мероприятий по его защите от производственных факторов. Особенно ярко преимущества трубобетона проявляются в сжатых элементах с небольшими эксцентриситетами при высоких нагрузках [3].

Трубобетонные конструкции очень надёжны в эксплуатации, об этом свидетельствует то, что в предельном состоянии они не теряют несущую способность мгновенно, как железобетонные, а еще длительное время способны выдерживать нагрузку. Многочисленными опытами, проведенными В. А. Росновским, А. А. Долженко, Л. И. Стороженко и другими исследователями, установлено, что, получая большие деформации, трубобетонный стержень и далее может нести значительную нагрузку [3].

Бетонное ядро при эксплуатационных нагрузках обычно работает в условиях одноосного сжатия, а труба - как продольная арматура. Только при высоких уровнях нагружения, когда в бетоне начинают интенсивно проявляться процессы микротрещинообразования, стальная труба начинает работать как внешняя обойма. Труба, сдерживая поперечные деформации бетонного ядра, блокирует дальнейший рост уже образовавшихся в нем микротрещин и существенно отдаляет момент его разрушения. Поэтому прочность негибких трубобетонных конструкций, работающих на осевое сжатие, значительно выше прочности сопоставимых с ними по расходу бетона и стали традиционных железобетонных конструкций [5].

Эксперименты свидетельствуют о невозможности полного использования прочностных свойств объемно сжатого бетонного ядра традиционных трубобетонных конструкций из-за их высокой деформативности. По результатам Р. С. Санжаровского и других исследователей деформации укорочения центрально сжатых трубобетонных конструкций могут достигать 10-15 % и более. В связи с этим, с чисто практической точки зрения достигаемая в опытах предельная величина нагрузки для таких элементов большого интереса не представляет, так как для вертикальных несущих конструкций подобные деформации недопустимы [5].

В [3] отмечено, что характерной особенностью балок из трубобетона со сплошным бетонным ядром является то, что они продолжали выдерживать нагрузку при весьма значительных прогибах. При этом элементы не удалось разрушить в общепринятом смысле этого слова, хотя в сжатой и растянутой зоне были достигнуты продольные деформации, значительно превышающие предел текучести. Это говорит о большой надежности трубобетонных элементов, о совместной работе бетона и стали на всех этапах нагружения.

Доказанная высокая степень надёжности конструкций из трубобетона и их способность длительное время выдерживать нагрузку после начала разрушения (на стадии пластической работы трубобетонного элемента – при разрушении сжатого бетонного ядра) хорошо влияет на повышение общей живучести сооружения, что является обязательным требованием СП 35.13330.2011 [4] для мостов – обеспечение прочности и устойчивости формы и положения остальных элементов при выходе из строя отдельных конструктивных элементов.

Сфера применения трубобетонных элементов, испытывающих поперечный изгиб представляется очень обширной и может охватывать почти все случаи применения балок небольших пролётов. Особенно перспективным представляется использование изгибаемых конструкций для строительства и реконструкции малых мостов – в качестве несущих элементов арок грунтозасыпных мостов или балок пролётных строений и стоек опор балочных мостов. К настоящему времени разработано множество оригинальных технических решений для повышения эффективности изгибаемых трубобетонных элементов [6-9]. Интерес представляет исследование возможности применения трубобетона для устройства арок малых пролётов при строительстве грунтозасыпных мостов.

Несмотря на признанную эффективность работы трубобетонных элементов на сжатие, работа трубобетона на изгиб исследована гораздо меньше. Однако, имеющиеся в этой области экспериментальные и теоретические работы свидетельствуют о перспективности направления, связанного с исследованием и использованием изгибаемых трубобетонных элементов.

В работе Л. И. Стороженко и его коллег [3] рассмотрена работа трубобетонных элементов на изгиб. Для этого были изготовлены и испытаны несколько серий образцов, в том числе серия изгибаемых элементов из труб с внутренним диаметром 154 мм при толщине стенки трубы t = 6,2 мм, заполненных вибрированным бетоном со сплошным ядром ИВ-2-2, с эксцентрической пустотой, образованной стальной трубой ИВ-2-2-ТВ, с осевой пустотой, образованной стальной трубой ИВ-2-2-Т, с эксцентрической пустотой ИВ-2-2-ПВ, с осевой пустотой ИВ-2-2-П, и стальной трубы без заполнения бетоном – И-2. Поперечные сечения образцов показаны на рис. 1. Полученные зависимости прогибов от

величины изгибающего момента показаны на рис. 2. Для обеспечения чистого изгиба моментом на центральном участке элемента нагрузка прикладывалась по четырехточечной схеме, указанной на рис. 2 *а*.

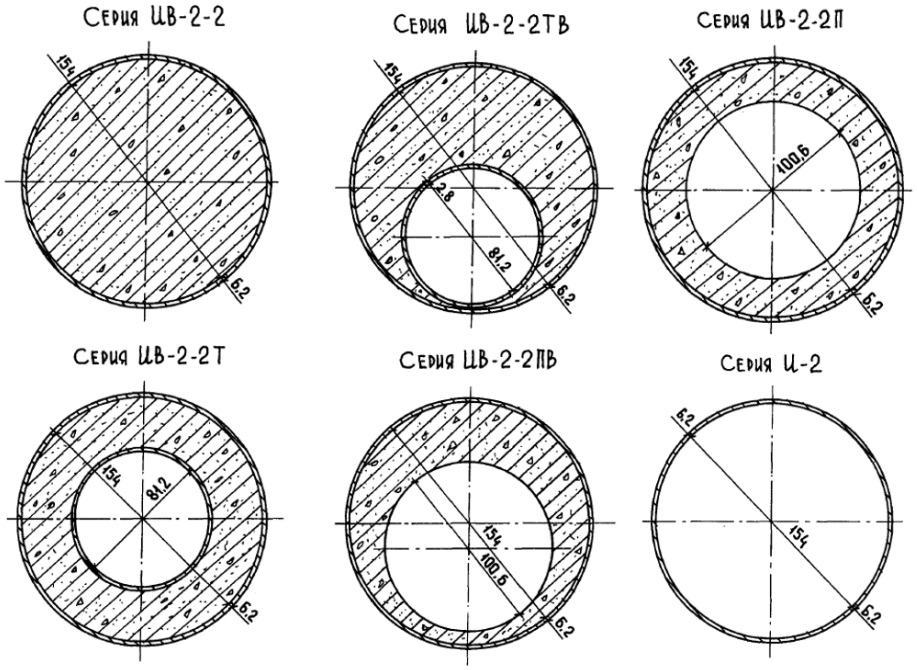


Рис. 1. Поперечные сечения серий образцов [3]

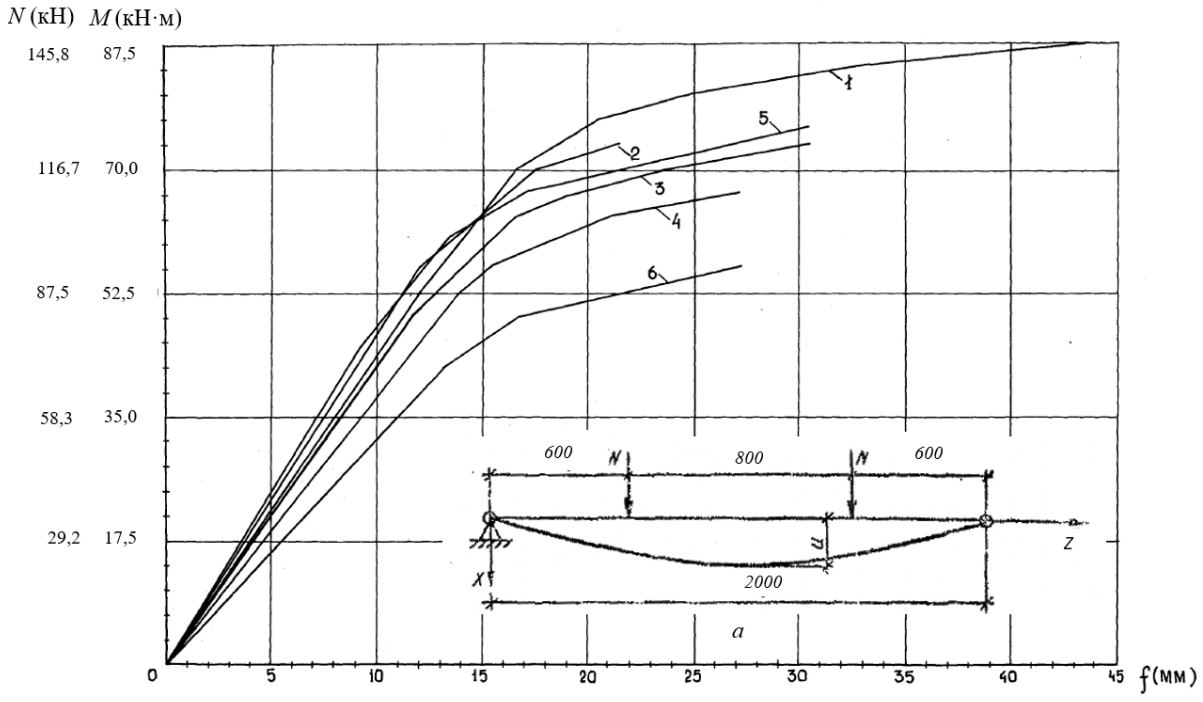


Рис. 2. Зависимость прогибов f от величины изгибающего момента М [3]. Цифрой 1 обозначена кривая для трубобетонного образца со сплошным ядром ИВ-2-2, 2- для серии ИВ-2-2-ТВ, 3 - ИВ-2-2-Т, 4 - ИВ-2-2-ТВ, 5 - ИВ-2-2-П, цифрой 6 – для полой трубы (серия И-2), а – расчётная схема испытываемого элемента

Сравнение кривых для образцов со сплошным бетонным ядром (ИВ-2-2, кривая №1) и для полой трубы (И-2, кривая № 6) показывает снижение перемещения практически вдвое и увеличение несущей способности элемента более, чем на 60 % в пользу элемента, заполненного бетоном. В остальных сериях эксперимента получены промежуточные положения кривых, что свидетельствует о разной эффективности испытанных сечений. Результаты экспериментальных исследований изгибаемых трубобетонных элементов [3] позволяют сделать следующие основные выводы:

1. При заполнении изгибаемых труб бетоном значительно повышается их несущая способность, характеризующаяся коэффициентом ψ, равным отношению несущей способности трубобетонного элемента к несущей способности полой трубы. Для образцов из труб со сплошным бетонным ядром, этот коэффициент достигает 1,31.

2. Продольные напряжения в бетоне в наиболее сжатом волокне изгибаемого трубобетонного элемента значительно превышают призменную прочность бетона. Этот фактор учитывается коэффициентом η, равным отношению напряжения в бетоне в момент потери несущей способности элемента к призменной прочности бетона и достигает 1,61 для образцов из труб со сплошным бетонным ядром.

3. Изгибаемый трубобетонный элемент не удается разрушить в общепринятом смысле. Получая большие поперечные перемещения такой элемент продолжает воспринимать возрастающую нагрузку.

4. На всех этапах загружения бетон и сталь в изгибаемом трубобетонном элементе работают совместно.

5. В процессе загружения происходит значительное перераспределение напряжений. С достижением предела текучести в сжатой зоне трубы резко возрастают напряжения в бетоне.

Экспериментальные данные о работе изгибаемых трубобетонных элементов были получены также Chengzhi Wang et al [10]. Были проведены испытания серии из 4 цилиндрических элементов, изготовленных из бетона класса В30 длиной 1200 мм наружным диаметром 165 мм. Три образца были изготовлены в стальной трубе, один –без дополнительного армирования ($NC1$) и два – армированных: для них применялись трубы с различной толщиной стенки. Четвёртый образец ($NC4$) был армирован, но не имел оболочки из стальной трубы.

В процессе исследования несущей способности элемента на изгиб были проведены две серии опытов: в первой производилось загружение однопролётной балки в середине пролёта, во второй – моделировалась реальные условия заделки сваи в несущий грунт. В результате были установлены зависимости напряжение – деформации и нагрузка – перемещение для всех образцов.

Схема и общий вид установки для испытания образцов на изгиб показаны на рис. 3.

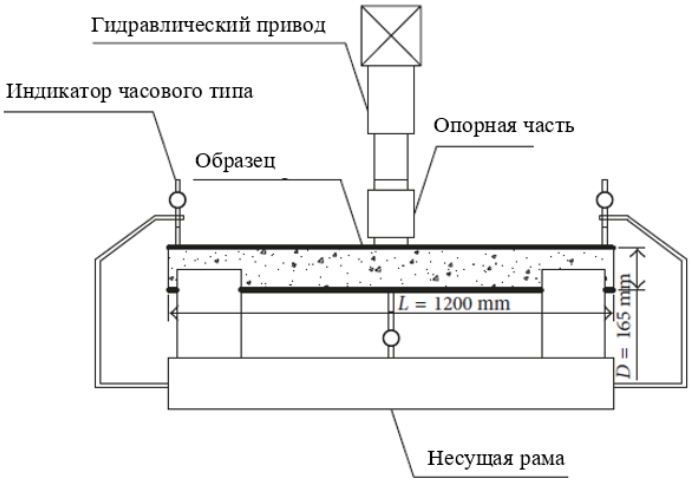


Рис. 3. Установка для испытания образцов на изгиб [10]

Полученные зависимости прогибов сталетрубобетонного элемента от величины прикладываемой нагрузки показаны на рис. 4. Вертикальная нагрузка прикладывалась к горизонтально расположенному элементу, моделирующему работу двухопорной балки пролётом 1,2 м.

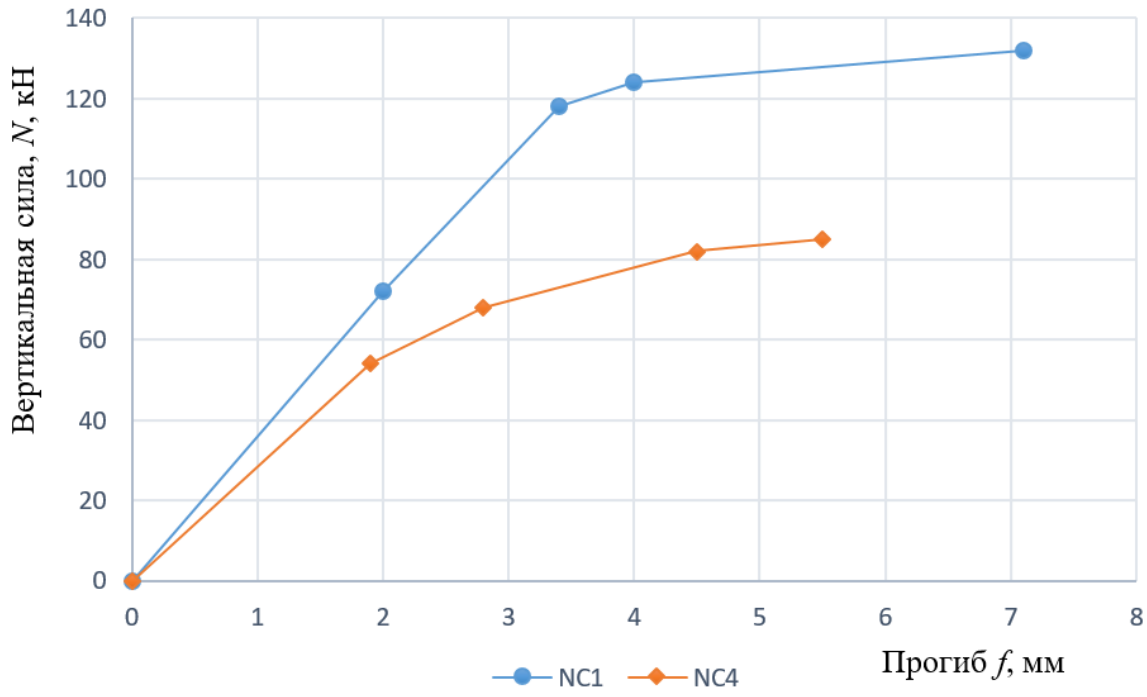


Рис. 4. Кривая нагрузка-перемещение [10]. L= 0,9 м. NC1 – кривая для трубобетонного элемента без внутреннего армирования, NC4 – для армированного образца без стальной трубы

Анализ представленных графиков позволяет отметить, что при нагрузке 80 кН, близкой к предельной для железобетонного образца, перемещения трубобетонного элемента почти вдвое меньше, что говорит об эффективности внешнего трубчатого армирования. В этом опыте, кроме подтверждения эффективности работы сталетрубобетонного элемента на изгиб, было установлено значительное влияние толщины стенки стальной

трубы и наличия армирования на несущую способность и жёсткость трубобетонного элемента при изгибе.

В связи с доказанной [3, 10] эффективностью работы трубобетона на изгиб, высокой живучестью трубобетонных конструкций и простотой их изготовления перспективным является использование трубобетонных конструкций для строительства малых мостов [6-9,11], особенно в районах, удалённых от предприятий стройиндустрии с малоразвитой сетью автомобильных дорог, что особенно важно для быстрого восстановления сообщений при отсутствии необходимости транспортировки крупногабаритных и массивных строительных мостовых конструкций и необходимой для их монтажа тяжёлой техники.

Библиографический список:

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №4 (2015) http://naukovedenie.ru/PDF/95TVN415.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/95TVN415.
2. Zheng J., Wang J. Concrete-Filled Steel Tube Arch Bridges in China // Engineering. 2018. Vol. 4. P.143–155. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917303491#:~:text=The%20concrete-filled%20steel%20tube,confinement%20of% 20the%20steel%20tube.
3. Стороженко Л.И., Ефименко В. И., Плахотный П.И. Изгибаемые трубобетонные конструкции – Киев : Будивельник, 1994. – 104 с.
4. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* (с Изменениями N 1, 2). - М.: ОАО "ЦПП". 2011.
5. Кришан А.Л. Прочность трубобетонных колонн с предварительно обжатым ядром.: Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук : Ростов-на-Дону: Ростовский государственный строительный ун-т, 2011. – 38 с.
6. Моисеев О.Ю., Парышев Д.Н., Овчинников И.Г., Харин В.В., Овчинников И.И. Трубобетонные балки с частично предварительно напряженным бетонным ядром для пролетных строений малых мостов// Модернизация и научные исследования в транспортном строительстве. Материалы международной научно-практической конференции. Пермь. 14-15 апреля 2016 г. Изд-во ПНИПУ. с. 283-288.
7. Овчинников И.Г., Овчинников И.И., Моисеев, О.Ю., Парышев Д.Н., Харин В.В. Повышение эффективности трубобетонных балок для пролетных строений мостов применением предварительного напряжения// Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства. Международная научно-практическая конференция (Красноярск,7–8 апреля 2016 г.) : сб. науч. тр. : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. В.В. Минина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 542 с. с.147 – 150.
8. Моисеев О.Ю., Парышев Д.Н., Овчинников И.Г., Харин В.В., Овчинников И. И. Инновационная трубобетонная балка для пролетных строений балочных малых мостов// Инновационный транспорт Научно-публицистическое издание. 2016, № 2 (20), с.67-71.
9. Овчинников И.Г., Д.Н. Парышев, А.В. Ильтяков, О.Ю. Моисеев, В.В. Харин, И.П. Попов, Д.А. Харин. Повышение нагрузочной способности трубобетонной балки//ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. ЭКОЛОГИЯ, ПНИПУ, 2019. № 4. С.58-66.
10. Chengzhi Wang, Xin Liu, and Pengfei Li. Experimental Behavior of Concrete-Filled Steel Tubular Members Subjected to Lateral Loads // Hindawi. Advances in Materials

Science and Engineering. 2018. Volume 2018. Article ID 9065378, 15 p. URL: https://doi.org/10.1155/2018/9065378.

11. Дробышевский, Б. А. Малые мосты : монография / Б.А. Дробышевский. — М.: ИНФРА-М, 2020. — 228 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/990005. - ISBN 978-5-16-014556-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/990005.

Astankov K. Y., Ovchinnikov I. G. *The Tendency of Using Concrete-Filled Steel Tubes for The Short-Span Bridges Construction*

УДК 624.042

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ КОМПАНИИ «MAURER» ДЛЯ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ахроров Шохрух Абдувахоб Угли, Паренкина О.А. (гр. ИСМм 20-1)

Научный руководитель – Овчинников И.И.

Тюменский индустриальный университет

Устройство деформационного зазора не только играет важную роль в устранении возникновения усилий в мостовых конструкциях из-за воздействия температуры, но также гарантирует безопасное движение транспортных средств и людей по ним. При этом использовались специальные приспособления на мостах, которые, в первую очередь, обеспечивали беспрепятственное и комфортное движение автомобилей и пешеходов по мостовому настилу над деформационными промежутками мостов. Такие устройства называют деформационными швами. С развитием мостостроения, конструкции деформационных швов стали лучше и на данном этапе являются одними из самых ответственных конструкций моста, надежность которого связана с производительностью и долговечностью самого мостового сооружения. В связи с большим количеством разновидностей деформационных швов, встает вопрос о правильности выбора конструкции.

The device of the expansion gap not only plays an important role in eliminating the occurrence of forces in bridge structures due to the effect of temperature, but also ensures the safe movement of vehicles and people on them. At the same time, special devices were used on the bridges, which, first of all, ensured the unhindered and comfortable movement of cars and pedestrians on the bridge deck above the deformation gaps of the bridges. These devices are called expansion joints. With the development of bridge construction, the designs of expansion joints have evolved and at the current stage of development of bridge structures have become one of the most critical bridge structures, the reliability of which directly depends on the performance and durability of the entire bridge structure. Due to the large number of varieties of expansion joints, the question arises about the correct choice of design.

Рассмотрим для примера однопрофильные и модульные деформационные швы компании «Maurer» для мостовых сооружений.

1. Однопрофильные деформационные швы

Рис. 1. Однопрофильный деформационный шов XC1
(Режим доступа:https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

Представленный на (рис. 1) тип деформационных швов имеет достаточно простую конструкцию, и обеспечивают достаточно оптимальную плавность проезда транспорта.

Однопрофильный деформационный шов XC1 имеет снижение шума до 60% благодаря конструкции специальных звукопоглощающих пластин, рассчитанных на перемещения до 110 мм (рис. 2, 3).

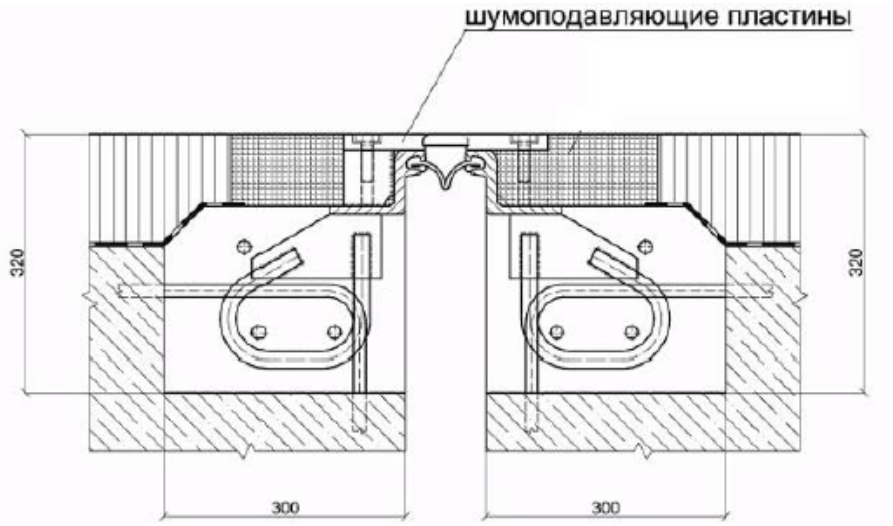


Рис. 2. Сечение ДШ типа однопрофильный с наличием шумоснижающих пластин
(Режим доступа:https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

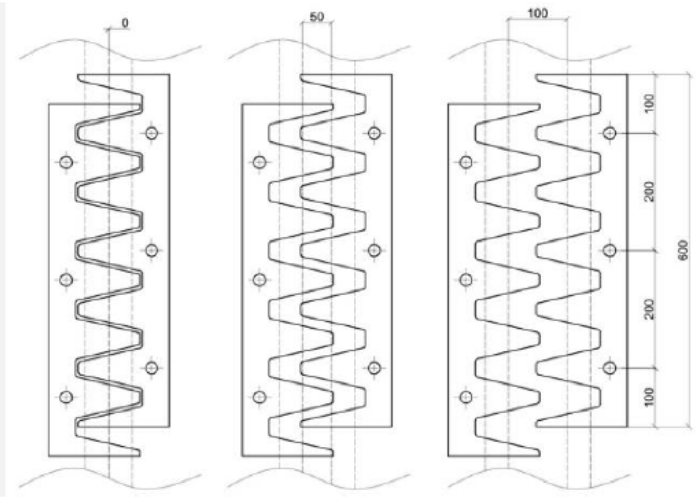


Рис. 3. Вид сверху пластин шумоподавления (Режим доступа: https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

Деформационные швы данного типа с применением резиновых компенсаторов получили широкое распространение и применение в различных зарубежных странах (Германия, Франция, США и др.) Причиной тому является, что данный тип деформационных швов позволил обеспечить полную герметичность и реализовать наиболее качественные и надежные конструкции для как малых, так и для больших перемещений. Также использование резины помогло увеличить долговечность, уменьшить эксплуатационные затраты и исключить применение водоотводных лотков [1].

За счет большого опыта, который был получен в ходе эксплуатации конструкций однопрофильных деформационных швов, получилось выявить основные достоинства и недостатки данного типа [2].

Достоинства:

- Обеспечение плавного проезда;
- Относительно малая себестоимость;
- Простота самой конструкции деформационного шва;
- Уменьшенная трудоемкость устройства конструкции;
- Хорошее шумоподавление.

Недостатки:

- При проведении монтажа плохо квалифицированной бригадой, не исключены дефекты в процессе установки конструкции, которые могут привести к сбою работы резинового ленточного компенсатора;
- Низкая подвижность (не более 100 мм), которая не дает возможности установить такой тип шва в сейсмически опасных районах строительства.

2.Модульные деформационные швы.

Данный тип деформационных швов очень популярен во всем мире. Его конструкция представляет собой систему центральных и крайних балок, которые находятся вдоль деформационного шва, в промежутки между

которыми смонтированы специальные ленточные профили. Такая конструкция позволяет перекрывать зазор между пролетами.

Деформационные швы типа модульные фирмы «Maurer» в свою очередь делятся на два подтипа:

- Балочно-решетчатые деформационные швы (**Girder Grid Joints**).
- Деформационные швы с поворотными траверсами (**Swivel-Joints**).

Рассматривая балочно-решетчатые ДШ, можно сказать, что в его конструкции центральная балка соединена к своей опорной балке при помощи сварного шва. Опорная балка способна перемещаться по принципу скользящей заделки (рис.4) Такие элементы, как компенсаторы, отвечают за регулирование величины продольного перемещения между балками, поддерживая балки в определенных пределах, это позволяет обеспечить равномерные зазоры между центральными балками.

Не секрет, что данные деформационные швы имеют возможность к большим продольным перемещениям, а в поперечном и вертикальном направлениях они ограничены величинами ±20 мм и ±10 мм соответственно. Количество ленточных профилей у данного типа находится в пределах 2-8 штук [1].

Рис. 4. Деформационный шов решетчатого типа фирмы «Maurer» (Режим доступа: https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

Если же увеличить количество элементов заполнения и величин раскрытия деформационного шва, то применяются уже швы второго подтипа, точнее деформационные швы с поворотными траверсами (рис. 5)

Деформационные швы компании «Maurer» с поворотными траверсами могут воспринимать общие перемещения в двух направлениях, величина которых равна 16-120 см, при помощи перемещений каждого отдельного модуля [1].

Также при необходимости соединения особого назначения с плитой проезжей части моста применяют деформационные швы компании

«Maurer» со скользящими модулями (рис. 7). Рассматриваемый тип деформационных швов применяется для конструкций, где стандартный монтаж невозможен [6].

Рис. 5. Деформационный шов с поворотными траверсами (Режим доступа: https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfugen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

Рис. 6. Деформационный шов со скользящими модулями (Режим доступа: https://www.maurer.eu/de/produkte/dehnfuqen/dehnfugen-fuer-strassenbruecken/index.html)

Исходя из вышесказанного, можно выделить ряд основных достоинств и недостатков модульных деформационных швов.

Достоинства:

- В первую очередь огромная экономия временных ресурсов;
- Возможность больших продольных и поперечных перемещений;

- Благодаря большим продольным и поперечным перемещениям, есть возможность их использование в сейсмоактивных районах [3,4];
- Доставка на площадку строительства собранными конструкциями. Следовательно, собирать на месте строительства нет необходимости, что позволяет подвести к минимуму количество ошибок, которые допускаются при выполнении работ.

Недостатки:

- Высокая стоимость данной конструкции;
- Значительные трудозатраты на выполнение ремонтных работ, при получении повреждений в процессе осуществления работ.

Подытоживая вышесказанное при анализе современных видов конструкций деформационных швов компании «MAURER», а также областей и технологий их применения можно сделать ряд выводов:

- Для подбора деформационных швов немаловажным фактором является топография площадки строительства (сейсмоактивная или же нет);
- В случае проектирования мостовых сооружений в сейсмически активных районах, должен быть предусмотрен компенсатор, разрешающий наличие больших по величине продольных и поперечных перемещений.
- Первые ДШ с упругими компенсаторами были спроектированы с использованием полых резиновых профилей, которые закрепляются в конструкции с помощью преждевременного обжатия резины. Как показывает практический опыт, в таких ДШ компенсаторы требуется прижимать к окаймлению с большим усилием, а сами компенсаторы желательно изготавливать из упругого материала, который работает на сжатие. В современное время ДШ с обжатыми компенсаторами используют в однопрофильных конструкциях малых перемещений. Хочется отметить, что при этом необходимо фиксировать профиль.
- В Российской Федерации модульные ДШ начали применять не так давно (в основном, это конструкции компании Maurer), поэтому сделать вывод об опыте их применения затруднительно, так как он незначительный (примерно четверть их минимально возможного срока службы). Можно отметить, что в течение 5 лет эксплуатации таких ДШ на переходе через реку Волгу никаких изъян не выявлялось. Одним из дефектов является износ антикоррозионного покрытия несущих балок. Возможной причиной может являться трение его о колеса транспорта или же застаивание воды над ДШ.

Библиографический список:

1. Овчинников И.Г., Раткин В.В., Макаров В.Н., Пискунов А.А. Деформационные швы автодорожных мостов (учебное пособие). Казань. Изд-во КазГАСА 2003. 136 с.
2. Ефанов А.В., Овчинников И.Г., Шестериков В.И., Макаров В.Н. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: (учебное пособие). Саратов: СГТУ, 2005. – 174 с.
3. Раевская А.А. Технические решения сейсмозащиты мостов / А.А. Раевская, А.О. Быков, А.И. Платицына // Сборник статей международного научно-практического конкурса МЦНС «Наука и просвещение» – 2017. – Т.1, №2. – С. 211–239.
4. Курбацкий Е.Н. Сейсмоизолирующие устройства для мостов. Учебное пособие: М.: МИИТ, 2010. – 73 с.
5. MAURER: сайт. – URL: https://www.maurer.eu/ru/index.html (дата обращения 20.04.2021). - Текст: электронный.
6. MAURER деформационные швы: Руководство по применению, монтажу и эксплуатации: Санкт-Петербург: ООО «Мауэр Системс», 2009. – 21 с.
7. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Ефанов А.В., Старовойтов Г.В. Деформационные швы: перемещения от температур концов пролетных строений//Мир дорог, март 2009, №39, с.50- 53.
8. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Овчинников И.И., Ефанов А.В., Старовойтов Г.В. Деформационные швы: влияние опорных частей и опор // Мир дорог, март 2009, №41, с. 52–55.

Akhrorov Sh.A., Parenkina O.A. *Comparative analysis of the deformation joints of the company "Maurer" for bridge structures*

УДК 625.74

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ «СВОБОДНЫЙ ПОТОК» НА ПЛАТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Брызгалов В.И. (гр. САД-19-1м)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Карпушко М.О.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В данной статье рассматриваются общие принципы работы системы оплаты за проезд по платной автомобильной дороге - «Free Flow». Учтена основная законодательная база в области платных автомобильных дорог. Проанализированы преимущества системы Свободный поток» и предложено ее внедерение на автомобильной дороге «Северный обход» в Пермском крае.

This article discusses the general principles of the toll road system - "Free Flow". The main legislative framework in the field of toll roads has been taken into account. The advantages of the "Free Flow" system have been analyzed, and its implementation has been proposed on the Northern Bypass highway in the Perm Territory.

В последнее время, водители автомобильного транспорта стали чаще использовать платные дороги. Выбор платных автомагистралей связан с уменьшением риска возникновения дорожно-транспортного происшествия, сокращением времени пребывания на трассе вследствие преодоления более короткого расстояния, снижением влияния отрицательных факторов на

окружающую среду, возможности беспрепятственно проехать заданный маршрут ввиду отсутствия заторов и светофорного регулирования.

Подтверждением вышеуказанных факторов служит статистика о количестве пользователей платных автомобильных дорог на территории Российской Федерации. За последние несколько лет можно наблюдать рост количества проездов (Рис. 1).

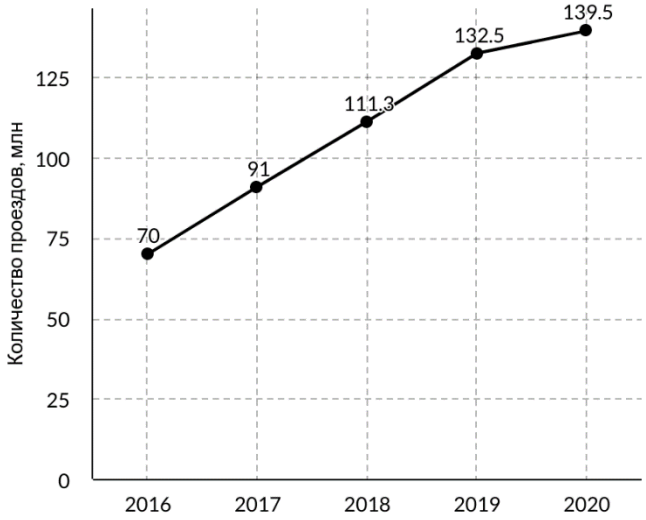


Рис. 1. Количество передвижений по платным дорогам

В 2020 году прирост количества пользователей на платных трассах составил порядка 5,6% по сравнению с 2019 годом. По данному показателю, наибольший прирост на трассе М-4 «Дон», где было совершено свыше 111 миллионов проездов (Рис. 2). На трассах М-3 «Украина», М-11 «Нева» было зарегистрировано 10 и 8 миллионов соответственно. В конце 2020 года состоялось открытие нового платного участка – «МКАД-3», где в течение полутора месяцев было зафиксировано свыше 600 тысяч пользователей [1].

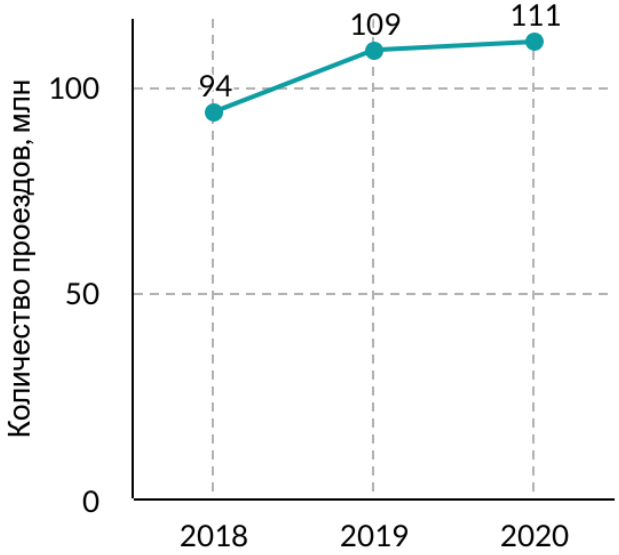


Рис. 2. Количество передвижений по трассе М-4 «Дон»

В настоящее время в России сбор платы за проезд по платной автомобильной дороге осуществляется двумя способами [2]:

1. С участием кассира-оператора - оплата производится согласно установленному скоростному режиму на пункте взимания платы, для чего необходимо заблаговременно выбрать полосу движения. При использовании наличного или безналичного расчета требуется подъехать к кабине, оплатить проезд, получить чек для выезда с платной дороги. Если применяется транспондер, то скорость движения не должна превышать 30 км/ч. После открытия шлагбаума следует продолжить движение. Данный способ применен на трассах М-3 «Украина» и М-4 «Дон».

2. Свободный поток (Рис. 3). Главное отличие от предыдущего способа – это отсутствие шлагбаумов. Взимание платы производится с лицевого счета водителя. Фиксация транспортных средств осуществляется с помощью рамок, распознающих государственные регистрационные номерные знаки и транспондеры. Данный способ применен на трассе ЦКАД-3.

Система «Free Flow» получила широкое распространение. При строительстве новых платных автомобильных дорог, в большинстве случаев отдается предпочтение системе «Свободный поток». В мире функционирует более 75 платных автомобильных дорог с системой «Свободный поток».

На территории Российской Федерации система «Свободный поток» функционирует недавно, но уже успела зарекомендовать с положительной стороны. Введение системы «Свободный поток» на ЦКАД-3 для быстрого доступа с аэропорта «Домодедово» и беспрепятственного передвижения транспортного потока, поступающего с трасс М-7 «Волга», М-5 «Урал», М-4 «Дон», позволило исключить необходимость остановки транспортных средств в пунктах взимания платы (ПВП), а также снизить затраты на содержание и эксплуатацию платных автомобильных дорог.

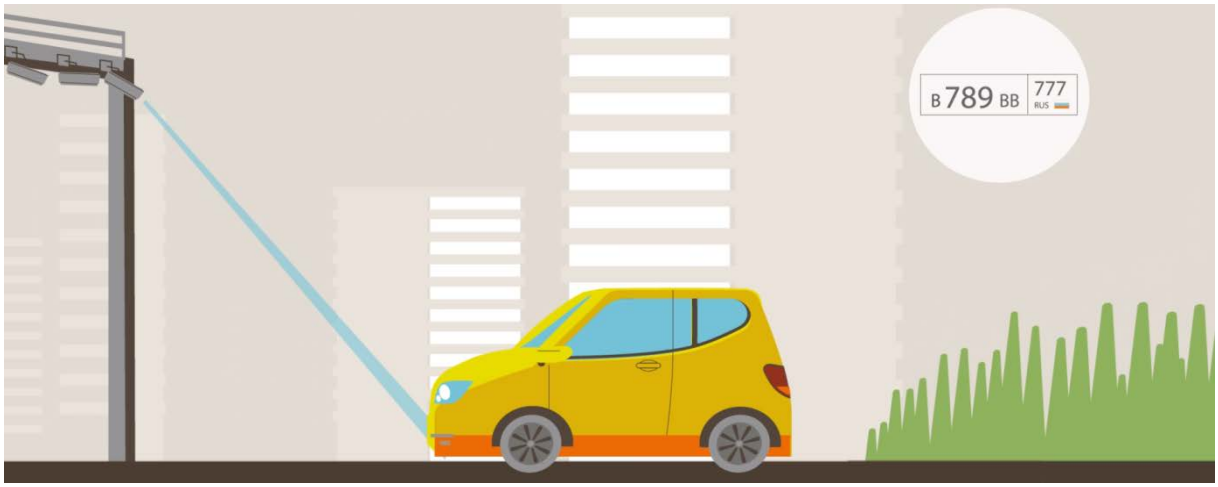


Рис. 3. Принцип работы системы «Свободный поток»

Для бесперебойной и качественной работы, система должна быть оснащена:

- Камерами фото и видео фиксации, что позволяет считывать номерные знаки транспортных средств и в случае правонарушения, выносить постановление;

- Лазерными датчиками, с помощью которых определяются габариты транспортного средства и количество осей, от чего зависит размер оплаты проезда;

- Модулем связи DSRC, с помощью которого происходит установление связи с автомобилями, использующими транспондер;

- Программным обеспечением, которое предназначено для сбора изображений с камер, определения категории транспортного средства, наблюдения и диагностики оборудования.

В связи с введением новой системы оплаты, были внесены изменения на законодательном уровне. Согласно Федеральному закону «О внесении изменений в статьи 29 и 40 Федерального закона «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 15.10.2020 №326-ФЗ, водитель, который совершил въезд на платную автомобильную дорогу при отсутствие транспондера, денежных средств на счету или имеет недостаточное их количество, должен оплатить проезд в течении 5 суток с момента последней фиксации транспортного средства.

Согласно Кодексу Российской федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 №195-ФЗ (ред. От 24.03.2021), Статья 12.21.4 «Неисполнение обязанности по внесению платы за проезд транспортного средства по платным автомобильным дорогам, платным участкам автомобильных дорог» за неоплату проезда предусмотрен штраф для легковых автомобилей в размере 1500 рублей, грузового транспорта и автобусов 5000 рублей.

Пермская агломерация занимает одну из ведущих ролей на Урале, в состав которой входят коммуникации для различных видов транспорта: автомобильный, железнодорожный, воздушный, водный. Развитие сети автомобильных дорог на территории Пермского края является одной из приоритетных задач, решение которой поспособствует экономическому росту, целостности края и повышению условий проживания жителей региона. Плату за проезд по автомобильной дороге «Северный обход» (Рис. 4) предлагается осуществлять с помощью системы Свободный поток».

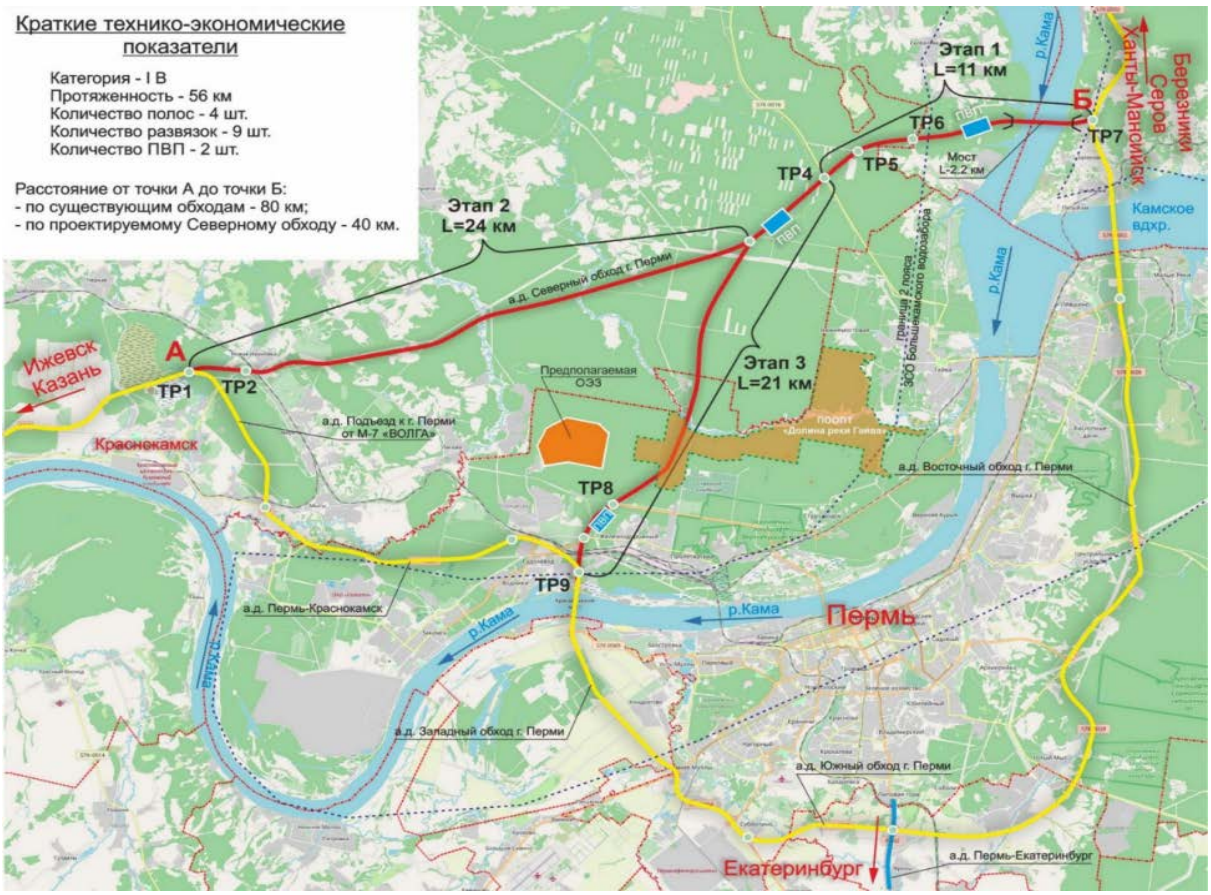


Рис. 4. Автомобильная дорога «Северный обход»

При использовании системы «Free Flow» происходит снижение негативных воздействий на окружающую среду на всем жизненном цикле платной автомобильной дороги (таблица 1) [3]:

1. Снижение биологических воздействий можно достичь во время эксплуатации объекта. Этому способствует плавное движение, вследствие отсутствия резких торможений. Все это приводит к уменьшению выброса выхлопных газов.

2. Снижение биологических воздействий достигаются во время строительства и эксплуатации дороги. Оборудование для безбарьерной системы требует гораздо меньше затраты времени для осуществления работ, что приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды, чем для барьерной. Отсутствие заторов благоприятно скажется на экологическую обстановку при эксплуатации дороги.

3. Снижение социально-экономических воздействий распространяется на всем жизненном цикле платной автомобильной дороги. При строительстве в связи со снижением объемов работ, воздействие отрицательных факторов на рабочих будет краткосрочным. Во время эксплуатации платных дорог потребуются только специалисты за контролем системы «Free Flow», что позволит сократить количество людей, находящихся на территории пункта взимания платы.

4. При строительстве платной автомобильной дороги возрастает вероятность переноса инфекции между рабочими, а также увеличение образования отходов. При эксплуатации в ПВП могут возникать заторы,

которые приводят к дорожно-транспортным происшествиям и травмам людей. Система «Свободный поток» позволяет снизить негативные последствия. На последнем этапе можно добиться снижения загрязнения атмосферного воздуха и транспортного шума.

Таблица 1

Снижение воздействий на окружающую среду

Воздействия	Стадии платной дороги			
	Подготовительные работы	Строительство	Эксплуатация	Послеэксплуатационный период
Биологические	–	–	✓	–
Физико-химические	–	✓	✓	–
Социально-экономические	✓	✓	✓	✓
На здоровье	–	✓	✓	✓

При внедрении системы «Свободный поток» можно выделить ряд преимуществ [4]: обеспечение большей пропускной способности в сравнении с традиционным методом взимания платы (Рис. 5); обеспечение финансовой эффективности проекта; возможность управлять появившимися рисками; снижение затрат на обслуживание одного транспортного средства на 65,8% (Рис. 6). Основное преимущество заключаются в том, что транспортным средствам не требуется снижать скорость, что позволяет пропустить большое количество автомобилей, чем при барьерной системе оплаты.

Недостатком системы является то, что не все водители знакомы с данной схемой оплаты, из-за этого могут возникнуть трудности. Для решения данного недостатка применяются методы информирования.

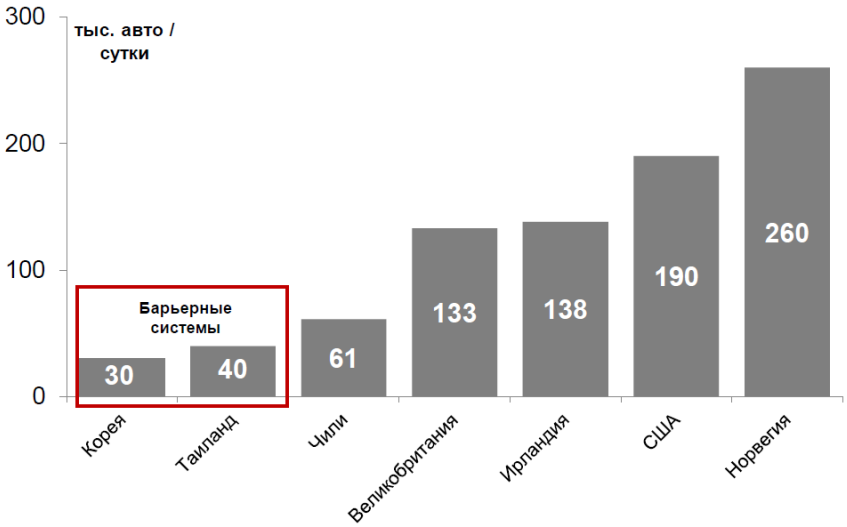


Рис. 5. Сравнения пропускной способности двух систем

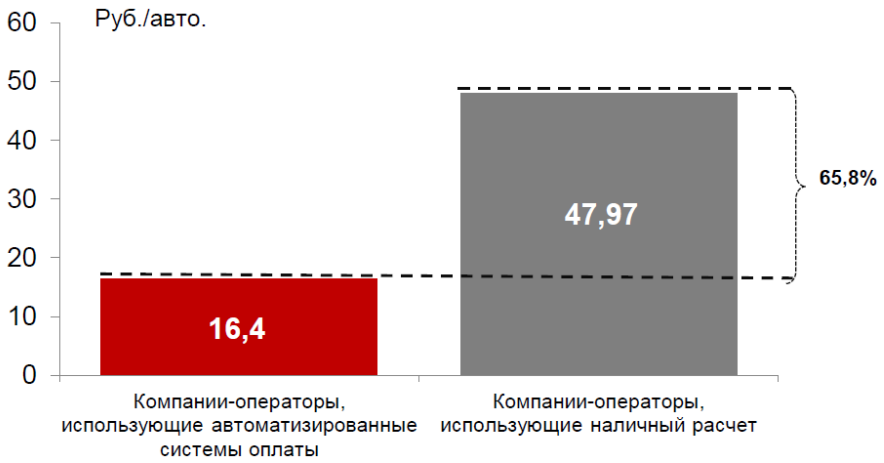


Рис. 6. Затраты на обслуживание одного автомобиля

Проанализировав преимущества, которые могут быть достигнуты при устройстве системы «Свободный поток», можно сделать выводы о будущем снижении биологических, физико-биологических воздействий за счет отсутствия заторов в пунктах взимания платы на автомобильной трассе «Северный обход». Снижение социально-экономических воздействий приведет к экономии времени в пути и топлива. За счет небольших строительных работ удастся снизить отрицательное влияние на здоровье человека.

Библиографический список:

1. Компания «Автодор – Платные Дороги». URL: https://avtodor-tr.ru/ru/press-centr/novosti/170/v-2020-godu-s-pomoshchyu-transpondera-t-pass-avtomobilisty-oplachivali-proezd-po-platnym-trassam-cha/ (дата обращения: 17.04.2021). – Текст: электронный

2. Автодор-Платные Дороги. URL: https://avtodor-tr.ru/ru/ (дата обращения: 17.04.2020). –Текст : электронный.

3. Roatex. Multi Lane Free Flow Toll Collections In Indonesia. 2020. –Текст : электронный.

4. Автономная некоммерческая организация «Агентство по техническому развитию». Безбарьерная система взимания платы на автомобильных дорогах «Свободный поток» // Роль и место интеллектуальных транспортных систем в сети автомобильных дорог РФ. Современные тенденции развития, 3-4 декабря 2019. – Москва, 2019.

Bryzgalov V.I. *Advantages of "free flow" system on toll roads*

УДК 625.84

ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Егорова О.А. (СМ-3-20)

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

Волгоградский государственный технический университет

Задача строительства автомобильных дорог на длительный срок их эксплуатации, исчисляемый многими десятками и сотнями лет с возможно редкими ремонтно-восстановительными работами, диктует применение для дорожного строительства

долговечных цементобетонных покрытий. Особое значение в строительстве автомобильных дорог имеет задача выполнения решений Правительства о снижении стоимости дорожной конструкции при ее высоком качестве и долговечности. Одним из путей решения этой проблемы, может быть использование цементобетонных покрытий с добавками.

The task of building highways for a long service life, calculated by many tens and hundreds of years with possibly rare repair and restoration work, dictates the use of durable cement concrete pavements for road construction. Of particular importance in the construction of highways is the task of fulfilling the decisions of the Government on reducing the cost of the road structure with its high quality and durability. One of the ways to solve this problem can be the use of cement-concrete coatings with additives.

Добавки - вещества, вводимые в бетонную смесь либо непосредственно перед перемешиванием, либо во время перемешивания. Они регулируют сроки схватывания цемента, воздействуют на процессы твердения, повышают прочностные характеристики, морозостойкость и т. д. Применение добавок для улучшения свойств бетонной смеси и, в первую очередь, повышения ее долговечности впервые освещается в отечественной литературе. Основываясь на современных представлениях физико-химических поверхностных явлений и положениях химии, можно полагать, что введение малых доз добавок с водой затворения в состав смеси, может весьма существенно улучшить ряд важных свойств и, в первую очередь, долговечность цементобетонных покрытий.

Под воздействием нагрузок от автомобильного транспорта уже на ранней стадии эксплуатации автомобильных дорог наблюдается процесс трещинообразования на поверхности покрытия. Это связано с интенсивным накоплением деформаций. Накопление деформаций в цементобетонном покрытии приводит на начальном этапе к образованию микротрещин, постепенное увеличение которых способствует образованию сплошной трещины с разрушением конструктивного слоя. Таким образом, разрушение происходит постепенно. Одним из направлений повышения долговечности цементобетонных покрытий в тяжелых условиях эксплуатации может являться использование добавок. Это позволит получить цементобетонные покрытия с увеличенными деформативными свойствами и увеличить срок службы дорожной конструкции.

Создание и применение **пластификатора** — один из реальных путей совершенствования технологии и получения бетонов с заданными свойствами.

Пластификатор – добавка на основе эфира поликарбоксилата, дает снижение водопотребления, увеличение подвижности, уменьшения количества воды затворения, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов, повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости. Используется при изготовлении бетонных смесей для предварительно напряженных конструкций. Может быть использован для производства ЖБК и легких бетонов.

Преимущества:

- мощное водоредуцирующее действие;
- высокая ранняя и конечная прочность при продолжительной сохраняемости подвижности;
- эффективно работает со всеми типами цемента;
- улучшает качество поверхности бетона;

позволяет снизить продолжительность и интенсивность вибрирования или полностью отказаться от него;

- содержит компоненты, обеспечивающие вовлечение нормированного количества воздуха (Vв= 3–6%). Вовлекаемый воздух образует замкнутую систему пор (80% пор имеет размер 100–300 мкм), что позволяет получать бетоны высоких классов по морозостойкости и водонепроницаемости.

Нельзя добавлять в сухую смесь. Следует вводить добавку вместе с водой затворения (предпочтительно с последней третью воды). Наилучший эффект наблюдается, когда добавка вводится в бетонную смесь после добавления всей воды затворения. Необходимо обеспечивать достаточное время перемешивания после введения добавки.

Воздухововлекающие добавки предназначены для вовлечения в бетонную смесь заданного объема воздуха и создания в затвердевшем бетоне системы замкнутых и равномерно распределенных по всему объему воздушных пор. Использование воздухововлекающих добавок позволяет: Получать бетоны повышенной морозостойкости, в том числе и при воздействии солей (рекомендуется для бетонов дорожных и аэродромных покрытий) Снизить на 50–250 кг/м^3 плотность бетона Применять для приготовления легкого бетона заданной плотности крупный заполнитель повышенной плотности или обычный строительный песок (вместо пористого) Уменьшить расход пористых песков, снизить водопотребность бетонной смеси, улучшить деформационные и теплофизические свойства При пониженном содержании мелкого заполнителя получать изделия со слитной однородной структурой, исключающей возможность коррозии арматуры Мелкие, шарообразные поры повышают текучесть бетонной смеси и тем самым улучшают удобоукладываемость бетона, сокращается продолжительность формования изделий, обеспечивается лучшее уплотнение бетонной смеси, уменьшается ее расслоение при транспортировке и укладке в формы.

Преимущества:

- сокращает расход цемента, обеспечивает экономию средств;
- упрощает процесс перемешивания;
- увеличивает морозостройкость;
- гидрофобизирует материал;
- предотвращает образование трещин;

Трещиностойкость бетона определяется соотношением негативных факторов, увеличивающих внутренние напряжения в бетоне (усадка,

колебания температур, нагрузки), и позитивных, таких как прочность бетона и релаксация напряжений вследствие ползучести.

Наиболее опасны растягивающие напряжения, так как бетон имеет низкую прочность при растяжении. Трещина образуется, когда они достигают значений прочности.

Основными причинами образования трещин являются: температурные и усадочные напряжения, а также напряжения от нагрузок. Но возможны и другие причины: неравномерное изменение объема цементного камня при твердении, действие мороза, коррозионные процессы.

Температурные трещины могут возникать в массивных бетонных конструкциях вследствие тепловыделения цемента, происходящего при его гидратации. Внутренние части конструкций разогреваются, в то время как периферийные слои отдают тепло в атмосферу. Вследствие охлаждения в них возникают растягивающие напряжения, которые и могут привести к образованию трещин.

Усадочные трещины. Усадка может приводить к образованию трещин при высыхании конструкций, если оно происходит в условиях, препятствующих, частично или полностью, их деформированию. В ряде случаев, например, для конструкций с большими размерами в плане, образование усадочных трещин неизбежно. Поэтому ограничиваются регулированием мест их образования, устраивая усадочные швы.

В любом случае основное влияние на работу цементобетонных покрытий и непосредственно процесс образования трещин на них оказывают транспортные нагрузки и весь комплекс погодно-климатических условий. Под воздействием транспортной нагрузки цементобетонное покрытие работает на изгиб, максимальные растягивающие напряжения возникают в нижней зоне, а их величина зависит от толщины покрытия.

В зависимости от природы трещинообразование приобретает различные формы:

– температурные трещины: образуются за счет возникновения температурных напряжений при охлаждении покрытия, как правило, по истечении нескольких лет бетонное покрытие теряет свою деформационную способность при отрицательной температуре;

– силовые трещины: образуются за счет возникновения напряжений от действия транспортной нагрузки при недостаточной прочности бетонного покрытия на изгиб;

– технологические трещины: возникают в результате неправильного подбора состава бетонной смеси, нарушения технологии устройства слоя и уплотнения смеси.

Наибольшую роль в образовании играют деформации, происходящие в затвердевшем бетоне, причем основная доля приходится на те из них, которые связаны сжимающими или изгибающими нагрузками, внутренними напряжениями при циклическом замораживании и оттаивании, воздействием внешней среды. Развитие дефектов с течением

времени существенно сказывается на напряженно-деформированном состоянии цементобетонного покрытия. Предупредить все вышеназванные причины трещинообразования в бетоне или снизить степень их влияния на свойства материала можно применением добавок. Введение добавок в бетонную смесь позволяет успешно повысить ряд физико-механических параметров.

Добавки повышают прочность, морозостойкость, оказывают универсальное действие на удобоукладываемость, т. е. они пластифицируют бетонные смеси.

Применение добавок облегчает превращение гидрофобизирующего компонента в водоразбавляемую жидкость, которую удобно вводить с водой затворения при изготовлении смесей.

При действии воды с небольшим количеством добавок (десятые доли процента от веса портландцемента) на портландцемент составные части его вступают в реакцию. Добавки, смешанные с водой затворения, распределяются по поверхности частиц цемента, покрывают их тончайшей пленкой, создают смазывающий слой, при этом увеличивая адгезию и как следствие плотность всей смеси. Действие добавок направленно на создание прочного минерального скелета из имеющихся в смеси химических элементов. Процессы гидратационного твердения минеральных вяжущих веществ, протекают по так называемому кристаллизационному механизму. Его сущность заключается в ратворении исходных вяжущих с образованием растворов, относительно термодинамически устойчивых гидратных новообразований. Выкристаллизовывание последних из таких растворов, приводящее к формированию сначала коагуляционных, а затем условно-кристаллизационных («атомных») и кристаллизационно-конденсационнх («фазовых») контактов, и обусловливает твердение вяжущих материалов. Согласно «твердофазово-топохимической» схеме протекания процессы гидротационного твердения вяжущих веществ, обязательным считается проникание молекул воды в кристаллическую решетку вяжущего и их прямое присоединение к ней независимо от последующих процессов (рекристаллизации и т.п.). Таким образом, для понимания механизма действия добавок необходимо учитывать, прежде всего, их влияние, во-первых, на вяжущее вещество как на источник создания пересыщения в растворе, во-вторых, на жидкую фазу-воду затворения, из которой выделяются новообразования, и, в-третьих, на сами продукты гидратации. Это влияние разнообразно. Чаще всего оно носит кинетический характер: под воздействием добавок изменяются скорость растворения исходных вяжущих, выделение и рост конечных или промежуточных продуктов гидратации.

Библиографический список:

1. Хигерович М. И. Гидрофобный цемент и гидрофобно-пластифицирующие добавки

2. Сорокер В. И. Уменьшение расхода цемента в производстве сборного железобетона путем использования добавок-пластификаторов и ускорителей твердения
3. Батраков В. Г., Иванов Ф. М., Силина Е. С, Фаликман В. Р. Применение суперпластификатора в бетоне
4. Вавржин Ф., Крчма Р. Химические добавки в строительстве
5. Добролюбов Г. и др. Прогнозирование долговечности бетона с добавками.

Egorova O.A. *Cement concrete coatings made of heavy concrete with the use of chemical additives*

УДК 624.144.8

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИШОФИТА ДЛЯ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Жавазнех Л.М. (гр. СМ-3-19)

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

Волгоградский государственный технический университет

Проанализирован отечественный и зарубежный опыт применения противогололедных материалов, в том числе химических реагентов, для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. Представлена сравнительная оценка эффективности их применения и воздействие на окружающую среду, а также рассмотрены преимущества и недостатки противогололедных материалов, в том числе на основе хлористого магния.

The article analyzes the local and foreign experience in the use of deicing materials, including chemical reagents, for struggle with the winter slipperiness on the road. Presents a comparative evaluation of effectiveness of their use and impact on the environment, and examined are both advantages and disadvantages of chemical deicing reagents with the magnesium chloride.

Обработка противогололедными материалами (далее – ПГМ) является важным мероприятием при зимнем содержании автомобильных дорог. Поддержание автомобильных дорог в требуемом эксплуатационном состоянии в зимний период года существенно влияет на снижение уровня аварийности, сохраняя высокую пропускную способность и комфортную скорость движения транспортных средств [1].

Целями данной работы является изучение опыта применения ПГМ, в том числе на основе хлористого магния (бишофита), при выполнении мероприятий по устранению зимней скользкости на автомобильных дорогах и изучение их влияния на окружающую среду.

Противогололедные материалы в зависимости от компонентного состава подразделяются на фрикционные, химические и комбинированные [2]. Химические ПГМ обладают преимуществами перед фрикционными (такими как песок, гранитная и мраморная крошка), не засоряют канализационные сети, экономично расходуются, в их составе отсутствуют нерастворимые примеси, имеют сниженный коррозионный эффект и высокую скорость плавления льда. Химические противогололедные

реагенты (далее – ПГР) применяют в твердом, жидком и смоченном виде [3].

Наибольшее распространение имеют химические ПГР на основе технического хлористого натрия (техническая соль, NaCl), хлористого кальция ($CaCl_2$) и хлористого магния ($MgCl_2$).

Бишофит – шестиводный кристаллогидрат хлористого магния ($MgCl_2*6H_2O$). Цвет – от бесцветного до белого, кристаллическая форма – моноклинная (рис. 1).

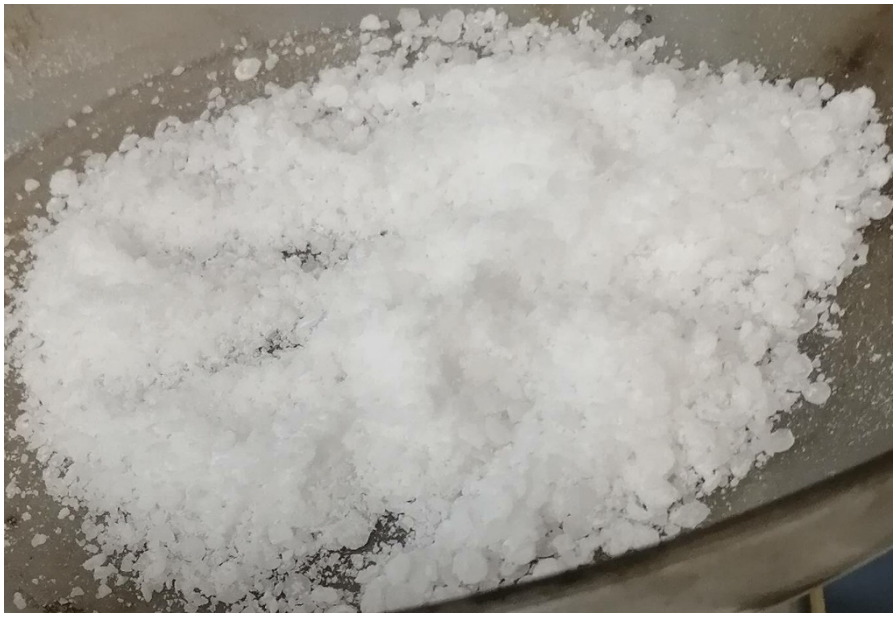


Рис. 1. Хлористый магний (бишофит)

Бишофит является гигроскопичным ПГР, способным плавить лед в диапазоне температур до -20°С и ниже. Применяется в твердом и жидком виде [4]. Имеет более короткий промежуток времени от начала распределения до начала воздействия по сравнению с рядом других ПГМ (рис. 2).

Рис. 2. Участок, обработанный бишофитом, спустя 15 минут после обработки

Хлористый магний (MgCl2), помимо противогололедных свойств, применяется в химической, нефтегазодобывающей, энергетической, текстильной, горнорудной промышленностях, для предотвращения смерзания грузов и пылеподавления, в медицинских целях, в сельском хозяйстве, в строительной индустрии. В строительстве используется для производства ксилолита, который является материалом для устройства полов и некоторых литых изделий.

В дорожной отрасли бишофит используется как ПГР во многих городах России, Германии и скандинавских стран. Помимо использования в качестве противогололедного реагента, применяется для строительства дренажа, которое предусматривает предзимнюю подготовку грунта по трассам строительства с целью предохранения грунта от смерзания и облегчения земляных работ.

Природные залежи бишофита распространены во многих областях РФ и странах таможенного союза – в Волгоградской и Иркутской областях, в Пермском крае, в районе Урала, на территориях западной Украины, Белоруссии, Казахстана.

С точки зрения воздействия на окружающую среду, применение всех противогололедных материалов имеет те или иные негативные последствия: песок, являясь экологически чистым природным материалом, поглощает загрязнения, находящиеся в атмосферном воздухе, и при попадании на уличные газоны наносит ущерб плодородному слою почвы. Также, при естественном истирании о твердое покрытие проезжей части и тротуаров образуются мелкие частицы, которые в дальнейшем становятся источником загрязнений воздуха [4].

Для повышения качества содержания автомобильных дорог в зимний период года рекомендуется [5] использовать химические реагенты, подобранные таким образом, чтобы воздействие на окружающую среду не несло негативных последствий.

Хлористый магний ($MgCl_2$) был подробно изучен многими научно-исследовательскими институтами РФ на предмет влияния на окружающую среду при его использовании для борьбы с гололедом на дорогах. Установлено, что при концентрации, равной 15%, активность реагента не превышает уровень водопроводной воды. Согласно исследованиям, проведенным национальным исследовательским институтом Германии, хлориды кальция и натрия вызывают большее крошение асфальтобетонного покрытия, чем бишофит. При использовании хлористого магния ($MgCl_2$) также продлевается срок эксплуатации металлических изделий, соприкасающихся с ПГМ. Исследования подтвердили, что по сравнению с хлоридами кальция и натрия бишофит не подвергает металл коррозии, а также меньше, чем вышеназванные соединения, разрушает цементные опоры и сооружения, мягче действует на окружающую среду (ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова"). Согласно проведенному в работе [6]

анализу достоинств и недостатков ПГР, наиболее экологически безопасным реагентом является бишофит.

Помимо традиционного применения в качестве ПГР, в экспериментальном исследовании, проведенном в работе [7,8], предлагается использовать антигололедную композицию, получаемую путем смешивания компонентов в расчетном объеме воды в соответствии с рецептурой (табл. 1) с получением раствора с плотностью 1240-1260 кг/м^3 и pH в пределах 6,5-8,5 ед.

Таблица 1

Соотношение компонентов в противогололедной композиции

Название вещества	Бишофит	Ацетат щелочного металла	Гидрофосфат щелочного металла	Карбонат щелочного металла	Тальк	Вода
Масс. %	51,2-57,6	0,5-3,0	0,3-0,7	0,3-0,5	0,01-0,05	остальное

Результаты опытных испытаний, направленных на определение норм расхода антигололедной композиции, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты эксперимента

Условия	Вид зимней скользкости на автомобильных дорогах							
	Рыхлый снег и накат						Стекловидный лед	
	Температура воздуха, °С							
	-2,5	-5	-7,5	-10	-15	-20	-2,5	-5
Норма расхода, см^3/м^2	35-40	44-48	50-56	65-75	85-100	85-100	110-140	140-180

Согласно результатам эксперимента, наиболее эффективным и экономичным является использование состава при температуре воздуха не ниже -20°С [8]. Предлагаемый антигололедный состав обеспечивает низкую температуру обледенения, имеет низкую коррозионную активность, не оказывает отрицательного влияния (по сравнению с аналогами) на окружающую среду, не разрушает дорожные покрытия и строительные конструкции.

В соответствии с исследованиями [9] при сравнении ПГР, содержащих ионы кальция, натрия, калия и магния, наименее вредными являются ПГР, содержащие ионы магния и калия – хлористый магний и глауконит.

Одним из самых эффективных способов борьбы с зимней скользкостью является применение химических ПГР. Исходя из множества проведенных исследований, бишофит по многим параметрам не уступает прочим аналогичным по действию ПГМ, в том числе химическим.

Высокая скорость плавления льда, короткий промежуток времени от начала распределения до начала воздействия указывает на ряд преимуществ, в том числе на экономическое преимущество, перед многими аналогичными ПГМ. Несмотря на противоречивую информацию о воздействии на окружающую среду, исходя из имеющихся исследований,

можно сделать вывод о том, что бишофит в допустимых и контролируемых концентрациях является безопасным для окружающей среды, имея в то же время умеренную коррозионную активность. Для получения подробных выводов об эффективности бишофита необходимо провести исследования, сравнив реагент с аналогичными по действию ПГМ, с учетом следующих условий: вид зимней скользкости, температура воздуха, концентрация материала, вид ПГМ (твердый или жидкий), тип покрытия проезжей части.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.

2. ГОСТ 33387-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Противогололедные материалы.

3. Моцная О.В., Коденцева Ю.В. Методика формирования нормативов по зимнему содержанию автомобильной дороги Омск – Русская поляна // Техника и технология транспорта. №11. 2019. С. 53.

4. Климентьев Ю.А. Эффективность применения противогололедных материалов при зимнем содержании автомобильных дорог в Санкт-Петербурге // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2016. С. 65-70.

5. Левкович Т.И., Мащенко Т.В., Мевлидинов З.А. О борьбе с зимней скользкостью на дорогах г. Брянска и области // Вестник научных конференций. 2017. С. 64-68.

6. Ишбулатова А.И., Кусова И.В. Экологические последствия применения противогололедных реагентов // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020). Материалы XVI Международной научно-технической конференции. 2020. С. 109-113.

7. Приходько С.С., Севрюкова Г.А. К вопросу об использовании бишофита в составе антигололедной композиции // Новая наука: от идеи к результату. 2017. С. 228.

8. Патент RU 2453574. C09K3 / 18, C07C53 / 10. Антиобледенительный состав / Салех Ахмед Ибрагим Шакер (RU). 2012.

9. Федорова А.О., Четыркина А.Д. Влияние противогололедных реагентов на окружающую среду (на примере г. Тюмень) // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. Материалы III Международной школы-семинара молодых исследователей. 2018. С. 428-433.

Zhavazneh L.M. *Experience of application of bishofit to fight winter sliding on roads*

УДК 625.856

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ильин И.Б. (гр. 9СМ31)

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

Казанский государственный
архитектурно-строительный университет

Приоритетным направлением при обращении с вторичными ресурсами углеводородного сырья является их использование в качестве материальных ресурсов. Результаты экспериментальных исследований дорожно-строительных материалов с

применением нефтяного шлама определили соответствие их показателей нормативным значениям ГОСТ 30491. Разработана и внедрена технологическая схема по подготовке нефтяного шлама для обеспечения его однородности по составу и свойствам. Разработаны Технические условия на подготовленный нефтяной шлам для применения в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог ТУ19.20-001-59304681-2019. Разработана и внедрена технологическая схема строительства слоев оснований автомобильных дорог методом «смешения на дороге» с ведущим механизмом – ресайклером с применением серийно выпускаемых дорожно-строительных машин и механизмов. Опытно-производственное внедрение результатов исследований осуществлено на 4 экспериментальных участках автомобильных дорог.

The priority direction in the management of secondary resources of hydrocarbon raw materials is their use as material resources. The results of experimental studies of road-building materials using oil sludge determined the compliance of their indicators with the standard values of GOST 30491. A technological scheme for the preparation of oil sludge was developed and implemented to ensure its homogeneity in composition and properties. Technical conditions for prepared oil sludge for use in the construction of road pavements of highways TU19.20-001-59304681-2019 have been develop. A technological scheme for the construction of road base layers by the "mixing on the road" method with a leading mechanism - a recycler using commercially available road-building machines and mechanisms was developed and implemented. Pilot-production implementation of the research results was carried out on 4 experimental sections of highways.

Приоритетным направлением при обращении с вторичными ресурсами углеводородного сырья является их использование в качестве материальных ресурсов. Это позволяет улучшить экологическую обстановку окружающей среды и обеспечить более рациональное использование природных ресурсов в дорожно-строительных материалах. Нефтяные шламы - обладают довольно широкий спектр состава и физико-механических характеристик, которые зависят от первичных элементов углеводородного сырья. Углеводородный компонент в составе нефтешламов представлены высокомолекулярными соединениями, обладающие поверхностно-активными и вяжущими свойствами. Накопление нефтяных шламов происходит при добыче нефти и работе с нефтяными месторождениями, сбросах нефти при подготовке месторождений к дальнейшей разработке, при чистке резервуаров, нефтесодержащих промывочных жидкостей, которые используют при буровых работах, а также при капитальном ремонте. Пруды-отстойники с огромным количеством накопленного нефтешлама загрязняют окружающую природную среду – почвы, поверхностные и подземные воды, а также атмосферный воздух. Применение нефтяных шлам в составе новых композиционных материалах для дорожного строительства позволит сократить их накопление и сделает цикл утилизации вторичных ресурсов углеводородного сырья полностью законченным [1].

Для разработки дорожно-строительных материалов с применением нефтяного шлама проводились экспериментальные исследования в соответствии ГОСТ 30491 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими и комплексными вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства» [2]. На этапе поисковых работ исследовались

и оптимизировались составы разрабатываемых материалов, а также устанавливались оптимальные пределы варьирования факторов, отработка методики, обеспечивающей требуемую надежность результатов. Изготовление, хранение и испытание образцов органоминеральных смесей с применением нефтяного шлама проводились в соответствии с ГОСТ 12801 [3]. Результаты экспериментальных исследований дорожно-строительных материалов с применением нефтяного шлама определили соответствие их показателей нормативным значениям ГОСТ 30491. Анализ полученных данных показывает, что комплексное освоение вторичных ресурсов углеводородного сырья Республики Татарстан позволяет получить дорожно-строительные материалы, в составы которых входят: подготовленные нефтяные шламы до 30%, местные щебни (марок М200, М300, М400 или отсевы дробления) до 70%, портландцемент до 6%, вода до 8% в соответствии с оптимальной влажностью.

Рис. 1. Перемешивание щебня, нефтяного шлама, портландцемента и воды ресайклером

На основе экспериментальных исследований и отработки технологических параметров приготовления и использования материалов по назначению разработаны Технические условия на подготовленный нефтяной шлам для применения в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог ТУ19.20-001-59304681-2019. Опытно-производственное внедрение результатов исследований осуществлено на 4 экспериментальных участках автомобильных дорог со строительством основания методом «смешения на дороге» с ведущим механизмом – ресайклером (рис. 1) и с применением серийно выпускаемых дорожно-строительных машин и механизмов:

1) автомобильная дорога Акташского АБЦ Альметьевского УАД ООО «Татнефтедор»;

2) автомобильная дорога - подъезд к населённому пункту Камышлы – Куль;

3) автомобильная дорога Актюбинский – Алферовка;

4) автомобильная дорога Азнакаево – Верхнее Стярле – Кук-Тяка в Азнакаевском районе Республики Татарстан.

Эксплуатация и мониторинг экспериментальных участков опытного строительства осуществляются с последующим исследованием образцов вырубок материала (рис.2) в соответствии с нормативными требованиями.

В результате радиологических испытаний был установлен эффективная удельная активность радионуклидов образца-вырубки органоминеральной смеси, который составил 100,98 Бк/кг при допустимом значении не более 740 Бк/кг согласно нормативным требованиям [4].

Таблица 1

Физико-механические показатели разработанных материалов

Наименование	Физико-механические показатели			
	Прочность на сжатие МПа, не менее при температуре 20°С	Водонасыщение, % не более	Набухание, % не более	Водостойкость, не менее
Образцы	5	2	1	0,70
ГОСТ 30491	1,4	10	2	0,60

Рис. 2. Образец вырубки дорожно-строительного материала с применением нефтяного шлама

Комплексное освоение вторичных ресурсов углеводородного сырья в дорожно-строительных материалах является ресурсоэффективной технологией и позволяет сделать цикл переработки нефтяных шламов полностью завершенным и исключить образование побочных отходов, что в свою очередь способствует улучшению экологического состояния окружающей природной среды в районах добычи и переработки нефти. Применение нефтяного шлама в составе разработанного материала для дорожного основания позволит получить как прямой, так и косвенные экономические эффекты. Прямой эффект – это замена привозного щебня М800 в основании автомобильной дороги и отсутствие экологических штрафов. Косвенные эффекты: дополнительный приток налоговых поступлений от налога на прибыль в региональный бюджет за счет использования местного щебня в составе разработанного материала; возрастание кадастровой стоимости земель – полигона нефтяных шламов, а также прилегающих к полигону земель. Комплексное освоение вторичных ресурсов углеводородного сырья в дорожно-строительных материалах и

технологиях в современных условиях является неотъемлемой частью экономии материальных ресурсов и рационального природопользования.

Библиографический список:

1. Ильина О.Н., Ильин И.Б. Дорожные органоминеральные смеси на основе нефтяного шлама // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 8(92). С. 115–126. DOI: 10.18720/MCE.92.10
2. ГОСТ 30491-2012 Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. Госстрой России. - М.: Стандартинформ, 2013.
3. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. - М.: МНТКС, 1999.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009 год.

Ilin I.B., Ilina O.N. *Integrated development of secondary hydrocarbon resources in road construction in the republic of Tatarstan*

УДК 625.711.1

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Кузнецов К.А. (гр. АМАД-11), Ковтунов А.Ф. (гр. АМАД-11)

Научный руководитель - д-р техн. наук Углова Е.В.

Донской государственный технический университет

Геосинтетические материалы долгие годы используются в дорожных конструкциях, они позволяют существенно снизить толщину дорожной одежды, укрепить грунт земляного полотна, а также помогают решить вопрос армирования основания, но с их применением связаны различные трудности, которые должны быть устранены отраслевыми нормативными документами. В статье приведены примеры расчётов дорожных конструкций, в которых применены геосинтетические материалы.

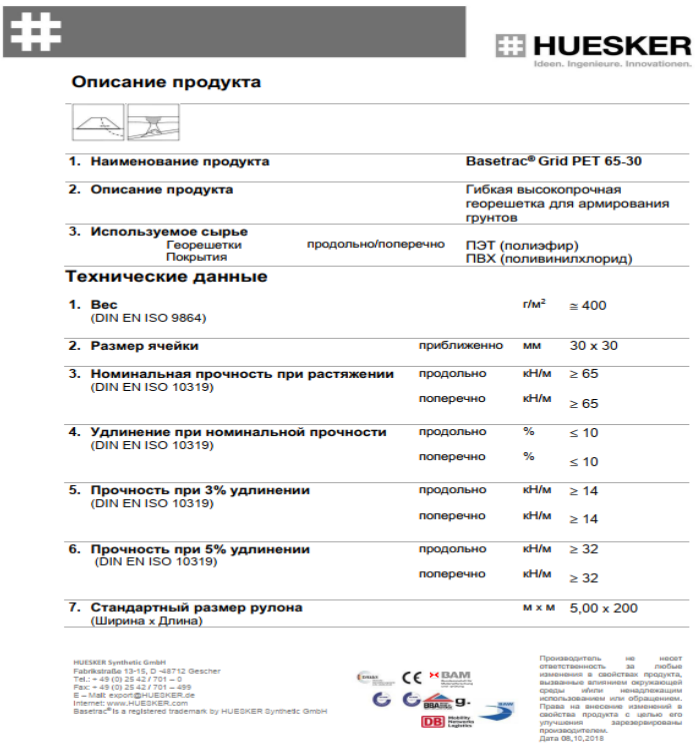
Geosynthetic materials have been used in road structures for many years, they can significantly reduce the thickness of the road surface, strengthen the soil of the roadbed, and also help solve the issue of reinforcement of the base, but their use is associated with various difficulties that must be eliminated by industry regulations, examples of such difficulties are given in the calculation.

В середине XX-го века активно продвигалась разработка материалов, которые были призваны увеличить срок службы искусственных сооружений, дорожных конструкций, позволяли уменьшить толщину конструктивных слоёв дорожной одежды, а также способствовали стабилизации переувлажнённых выемок. Первыми такими успешными разработками стали нетканые иглопробивные материалы, которые были разработаны инженерами США в 1960-х годах. На территории СССР геосинтетические материалы появились несколько позже. Специалисты вели масштабные научные исследования в отраслевых научно-

исследовательских институтах и на предприятиях, благодаря чему производство геосинтетиков стало развиваться крайне активно. [1]

В наше время уже имеется обширный спектр организаций, которые занимаются разработкой, производством и реализацией геосинтетиков, для каждого объекта индивидуально подбирается наиболее подходящий продукт, выбор обосновывается расчётом в программном комплексе, а характеристики рекомендуемого материала подтверждаются техническим паспортом и заключениями лабораторий. Однако геосинтетические материалы могут оказывать некоторое отрицательное влияние на дорожную одежду и более того, эти материалы, в отдельных случаях, могут нанести непоправимый вред. К тому же, есть ряд вопросов к армирующей способности предлагаемых продуктов.

В качестве примера был взят расчёт дорожной одежды для объекта на участке дороги Алушта – Ялта. Расчёт выполнялся в программном комплексе IndorPavement, версия 9.1.0.6707. Имеется два варианта дорожной одежды, первый с асфальтобетоном на битумном вяжущем PG, второй с асфальтобетоном на ПБВ. Как в одном, так и в другом случае, внедрена геосетка для армирования грунта производителя Хьюскер: Basetrac Grid PET 65-30. Характеристики материала указаны на рисунке 1. Геосетка располагается на границе грунта земляного полотна и нижнего слоя основания. Грунт земляного полотна – суглинок тяжёлый пылеватый. Нижний слой основания – Щебёночно-песчаная смесь с непрерывной гранулометрией С5. Варианты изображены на рисунке 2.



HUESKER
Ideen. Ingenieure. Innovationen.

Описание продукта

1. **Наименование продукта**			**Basetrac® Grid PET 65-30**
2. **Описание продукта**			Гибкая высокопрочная георешетка для армирования грунтов
3. **Используемое сырье**			
Георешетки	продольно/поперечно		ПЭТ (полиэфир)
Покрытия			ПВХ (поливинилхлорид)

Технические данные

1. **Вес** (DIN EN ISO 9864)		г/м²	≥ 400
2. **Размер ячейки**	приближенно	мм	30 x 30
3. **Номинальная прочность при растяжении** (DIN EN ISO 10319)	продольно	кН/м	≥ 65
	поперечно	кН/м	≥ 65
4. **Удлинение при номинальной прочности** (DIN EN ISO 10319)	продольно	%	≤ 10
	поперечно	%	≤ 10
5. **Прочность при 3% удлинении** (DIN EN ISO 10319)	продольно	кН/м	≥ 14
	поперечно	кН/м	≥ 14
6. **Прочность при 5% удлинении** (DIN EN ISO 10319)	продольно	кН/м	≥ 32
	поперечно	кН/м	≥ 32
7. **Стандартный размер рулона** (Ширина x Длина)		м x м	5,00 x 200

HUESKER Synthetic GmbH
Fabrikstraße 13-15, D -48712 Gescher
Tel.: + 49 (0) 25 42 / 701 – 0
Fax: + 49 (0) 25 42 / 701 – 499
E – Mail: export@HUESKER.de
Internet: www.HUESKER.com
Basetrac® is a registered trademark by HUESKER Synthetic GmbH

Производитель не несет ответственность за любые изменения в свойствах продукта, вызванные влиянием окружающей среды и/или ненадлежащим использованием или обращением. Права на внесение изменений в свойства продукта с целью его улучшения производителем зарезервированы.
Дата 08.10.2018

Рис. 1.

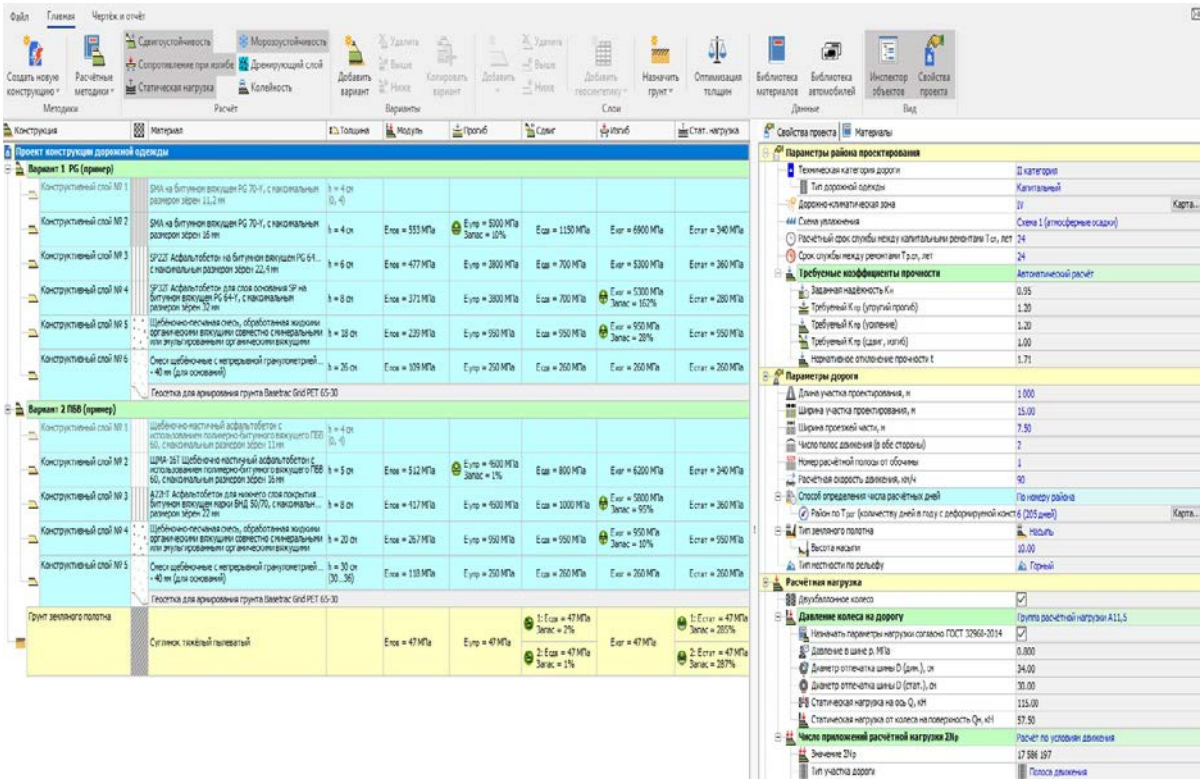


Рис. 2.

Как можно заметить, все основные расчётные характеристики соответствуют нормативным значениям. Геосетка учитывается по ОДМ 218.5-002-2008. [2]

Убираем из расчёта геосетку, итог приведён на рисунке 3.

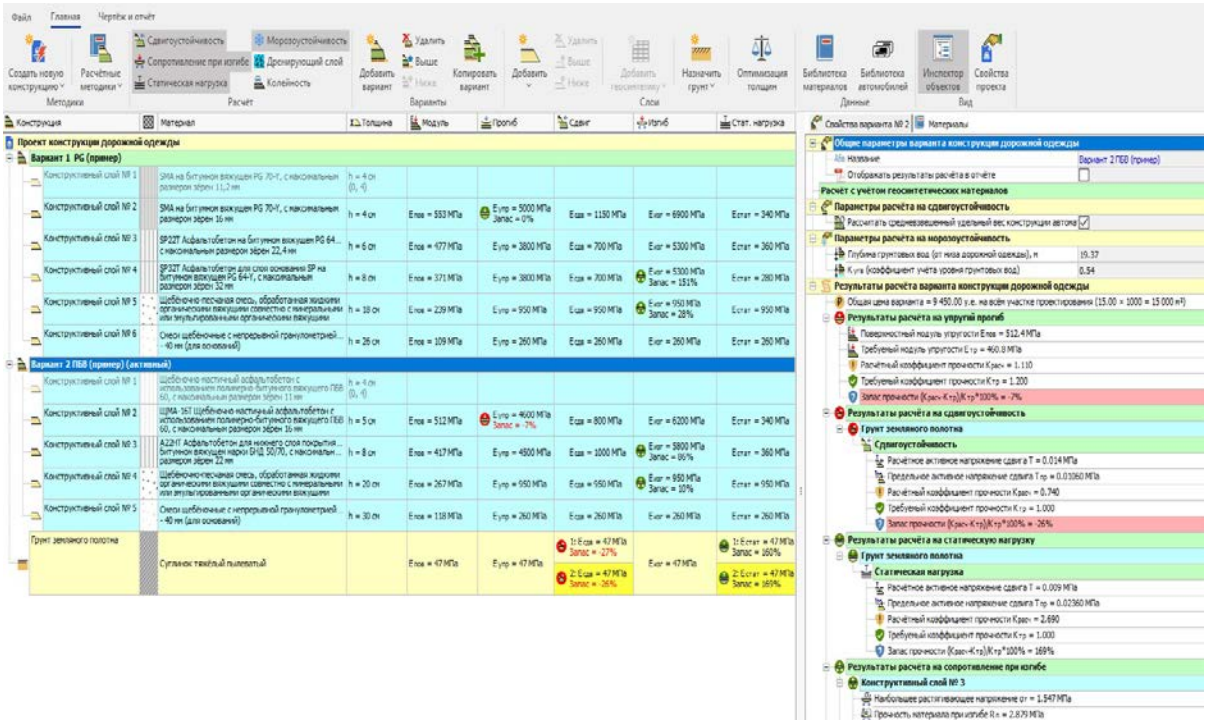


Рис. 3.

Замечаем, что сдвигоустойчивость грунта снизилась более чем на 25% (в обоих случаях). Прочие характеристики также ухудшились.

Из расчёта следует, что введение армирующей геосетки между грунтом земляного полотна и нижним слоем основания ведёт к значительному увеличению модуля упругости на поверхности. $E_{пов}$ =553 Мпа (без учёта геосинтетики) и $E_{пов}$ =606 Мпа (с учётом геосинтетики). Прирост составляет 10%. Происходит такое увеличение за счёт внедрения коэффициента усиления, который регламентируется согласно ОДМ 218.5-002-2008. Пример внедрения коэффициента можно рассмотреть на рисунке 4.

Расчёт коэффициента усиления согласно ОДМ 218.5-002-2008

Геосинтетический материал: Геосетка для армирования грунта Basetrac Grid PET 65-30 Характеристики: Тип сырья: полиэфир (ПЭТ); Покрытие: поливинилхлорид (ПВХ); Номинальная прочность при растяжении, продольная/поперечная: 65 кН/м; Удлинение при наминальной прочности продольное/поперечное, не более: 10%; Прочность при 3% удлинении продольное/поперечнон, не менее 14 кН/м; Прочность при 5% удлинении продольное/поперечнон, не менее 32 кН/м;

Суммарная толщина слоёв покрытий $h_1 = 18$ см

Средневзвешенный модуль упругости монолитных слоёв покрытия [1, формула 16]:

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^{3} E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^{3} h_i} = \frac{5000 \times 4 + 3800 \times 6 + 3800 \times 8}{4 + 6 + 8} = 4066.67 \text{ МПа}$$

Суммарная толщина несущих слоёв дорожной одежды $h_2 = 44$ см

Средневзвешенный модуль упругости несущих слоёв основания [1, формула 16]:

$$E_2 = \frac{\sum_{i=3}^{5} E_i \times h_i}{\sum_{i=3}^{5} h_i} = \frac{950 \times 18 + 260 \times 26}{18 + 26} = 542.27 \text{ МПа}$$

Общий модуль упругости основания $E_3 = 47.5$ МПа

Условный модуль упругости композитного слоя $E_4 = 1728.6$ МПа

$$X_1 = \frac{h_1}{D} = \frac{18}{34} = 0.53; \quad X_2 = \frac{h_2}{D} = \frac{44}{34} = 1.29; \quad X_3 = \frac{E_1}{E_4} = \frac{4066.7}{1728.6} = 2.35;$$

$$X_4 = \frac{E_2}{E_4} = \frac{542.3}{1728.6} = 0.31; \quad X_5 = \frac{E_3}{E_4} = \frac{47.5}{1728.6} = 0.03;$$

$$a^{\cdot 1} = a_0 + a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + a_3 \times X_3 + a_4 \times X_4 + a_5 \times X_5 + a_{11} \times {X_1}^2 + a_{12} \times X_1 \times X_2 + a_{13} \times X_1 \times X_3 + a_{14} \times X_1 \times X_4 + a_{15} \times X_1 \times X_5 + a_{22} \times {X_2}^2 + a_{23} \times X_2 \times X_3 + a_{24} \times X_2 \times X_4 + a_{25} \times X_2 \times X_5 + a_{33} \times {X_3}^2 + a_{34} \times X_3 \times X_4 + a_{35} \times X_3 \times X_5 + a_{44} \times {X_4}^2 + a_{45} \times X_4 \times X_5 + a_{55} \times {X_5}^2 = 0.384695 + 0.352323 \times 0.529412 + 0.410436 \times 1.29412 - 0.01291545 \times 2.35262 + 0.82172 \times 0.313711 + 0.381554 \times 0.0274548 - 0.05754514 \times 0.280277 - 0.181193 \times 0.529412 \times 1.29412 + 0.014163 \times 0.529412 \times 2.35262 - 0.2546307 \times 0.529412 \times 0.313711 + 0.19866 \times 0.529412 \times 0.0274548 - 0.0771858 \times 1.67474 - 0.00419274 \times 1.29412 \times 2.35262 - 0.296128 \times 1.29412 \times 0.313711 + 0.390022 \times 1.29412 \times 0.0274548 + 0.00470364 \times 5.53481 - 0.01406463 \times 2.35262 \times 0.313711 - 0.03571017 \times 2.35262 \times 0.0274548 - 0.2277817 \times 0.0984149 - 0.7480071 \times 0.313711 \times 0.0274548 - 2.802337 \times 0.00075377 = 0.912194$$

$$a = \frac{1}{0.91} = 1.1$$

$$E_{пов} = {E^0}_{пов} \times \alpha = 553 \times 1.1 = 606.09$$

$$K_{расч} = \frac{E_{пов}}{E_{тр}} = \frac{606.09}{460.79} = 1.32; \quad \frac{K_{расч} - K_{тр}}{K_{тр}} \times 100\% = \frac{1.32 - 1.2}{1.2} \times 100\% = 10\%$$

Рис. 4.

Как видно, весь прирост модуля упругости происходит только за счёт коэффициента усиления, который рассчитывается из множества параметров, в числе которых:

X_3 - отношение средневзвешенного значения модуля упругости монолитных слоев покрытия (E1) к условному модулю упругости композитного слоя «зернистый материал + георешетка» (E4). Также в расчёт входят регрессионные коэффициенты, которые непосредственно связаны с монолитными слоями дорожной одежды.

Все эти параметры направлены на увеличения общего модуля упругости. Отсюда следует, что на коэффициент усиления влияют монолитные слои в той же мере, что и слои основания. По завершению расчёта наблюдаем, что геосетка оказывает влияние на слои покрытия, которые расположены на расстоянии 65 см от самой геосетки, Такой результат требует подтверждения реальными замерами прочности дорожной одежды на объектах строительства. Практика показывает, что в этом случае геосетка выполняет разделяющую функцию, она не допускает проникновения щебня в грунт земляного полотна, что предотвращает просадки основания дорожной одежды.

Из расчёта можно сделать вывод, что при применении геосетки для армирования грунта земляного полотна, улучшается и расчётная характеристика растяжения на изгиб в монолитных слоях более чем на 10%, как и в случае с характеристикой упругого прогиба, увеличение расчётных параметров происходит с помощью коэффициента усиления, обоснованность которого трудно оценить, так как в ОДМ 218.5.002-2008 и ПНСТ 265-2018 [3] не указано, откуда происходят регрессионные коэффициенты и каково их влияние на верхние слои покрытия.

В заключении хотелось бы сказать, что для разработки методических рекомендаций по расчёту влияния геосинтетических материалов на долговечность и устойчивость дорожных одежд необходимо комплексно проводить испытания для различных материалов. При этом следует отметить, что геосетка в слоях покрытия хоть и способствует увеличению модуля упругости на поверхности, но снижает сцепные характеристики тех асфальтобетонных слоёв, между которыми располагается. Также стоит отменить плохое сопротивление георещёток к длительным механическим воздействиям, результатом которых становится сведение на нет всех преимуществ дорогостоящего материала. В применении геосинтетических материалов определяющим фактором является рациональный выбор используемого продукта, а также рассмотрение реальных физико-механических свойств материала.

Библиографический список:

1. https://www.td-geo.ru/articles/istorya_razvitya_geo

2. ОДМ 218.5-002-2008 разработан специалистами ФГУП «РОСДОРНИИ» канд.тех. наук Ю.Р.Перков, А.П.Фомин, 2008г.

3. ПНСТ 265-2018

Kuznetsov K.A. *On the issue of the use of geosynthetic materials in road construction*

УДК 625.7/.8

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Миронов Н.С. (гр. А08ПСДад2О)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Чернов С.А.

Донской государственный технический университет

В настоящее время наблюдается рост автомобилизации и, в связи с этим, интенсивности движения. Построенные ранее автомобильные дороги с капитальным типом дорожной одежды уже не справляются с нагрузками, поэтому на большинстве автомобильных дорог России существует необходимость проведения капитального ремонта или реконструкции. При проведении данного вида работ, как правило, старое покрытие срезается, в результате чего в распоряжении строительных организаций появляется асфальтогранулят. В связи с тем, что мощности по производству битума достаточно ограничены, а щебня хорошего качества недостаточно, было предложено использовать асфальтогранулят при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Currently, there is an increase in motorization and, in connection with this, in traffic intensity. Previously built highways with a capital type of road pavement can no longer cope with the loads, therefore, there is a need for major repairs or reconstruction on Russian highways. When carrying out this type of work, as a rule, the old coating is cut off, because of which asphalt granulate appears in this type. So it was proposed to use asphalt granulate in the preparation of asphalt concrete mixture, it was proposed to use asphalt granulate in the preparation of asphalt concrete mixture.

Для широкого применения асфальтогранулята в составе новых асфальтобетонных смесей при их приготовлении необходимо выполнить регенерацию (восстановление) состаренненного органического вяжущего, в том числе путем использования специальных восстанавливающих добавок. Такие добавки применяются для восстановления свойств состаренного битума в переработанном асфальтобетоне (RAP) [1] и применяются для изготовления асфальтобетонных смесей (АБС) с содержанием RAP до 80%. Введение подобной восстанавливающей добавки обеспечит конечной АБС значения показателей, соответствующих нормативным требованиям.

Восстанавливающие добавки пригодны для введения как по технологии распыления через форсунку, так и по технологии прямого введения в битумный трубопровод перед подачей в смеситель [2].

Преимущества применения подобных добавок:

- совместимость с битумным вяжущим;
- низкая вязкость добавок, обеспечивающая качественное распределение по поверхности RAP, а также их быстрая диффузия в RAP-вяжущее;
- некоторые восстанавливающие добавки обладают и адгезионным эффектом, обеспечивающим достаточную адгезию с учётом применения RAP и новых материалов;
- стабильность при высоких температурах.

В России в качестве таких восстанавливающих добавок могут быть использованы добавки группы компаний «АМДОР» - АМДОР-ВД (марок А, Б, В), характеристики которых представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1

Технологические характеристики добавок

Показатель	Значение показателей			Метод испытаний
	Марка А	Марка Б	Марка В	
Внешний вид, цвет	Вязкая жидкость от светло-коричневого до тёмно-коричневого цвета[1]		Прозрачная жидкость от жёлтого до коричневого цвета	
Сцепление комбинированного вяжущего с минеральным материалом[2,3]	Не хуже контрольного образца №2		-	ГОСТ 11508
	Не менее 4-х баллов		-	ГОСТ 12801, п.28
Кислотное число, мг КОН/г продукта, не более	25,0	20,0	5,0	ГОСТ 11362
Плотность при 20 °С, г/см^3	от 0,930 до 1,000	от 0,930 до 0,990	от 0,900 до 0,990	ГОСТ 18995.1
Коэффициент изменения кинематической вязкости после прогрева по методу RTFOT, не более	1,8	1,8	2	ГОСТ 33140-2014; ГОСТ 33768-2015
Потеря массы после прогрева по методу RTFOT не более, %	5	5	5	ГОСТ 33140-2014
Коэффициент эффективности добавки КЭД, баллы	4	6-7	8	Расчётный метод

[1] допускается помутнение и выпадение осадка при длительном хранении, не влияющее на эффективность работы и исчезающее при нагреве до 70 °С и перемешивании.

[2] дозировка АМДОР-ВД определяется количеством используемого RAP в асфальтобетонной смеси.

[3] факультативный показатель, введён для набора статистических данных на асфальтобетонных заводах.

Для расчёта количества добавки требуется определить значение показателя глубины проникания иглы при 25°С состаренного битума (ГОСТ 33136-2014), предварительно экстрагировав вяжущее из RAP [4].

Например, глубина проникания иглы при 25°С экстрагированного RAP-вяжущего составила 35 мм. Требуется восстановить битум до нормативных значений марки БНД 70/100. Соответственно, схема расчёта следующая:

$$\frac{\rho_т - \rho_ф}{КЭД} = \frac{71 - 35}{8} = 4{,}5\%$$

где $\rho_т$ и $\rho_ф$ – значение показателя глубины проникания иглы при 25°С требуемой и фактической, соответственно;

КЭД – коэффициент эффективности добавки (по таблице).

Следовательно, 4,5% добавки (от массы RAP-вяжущего) необходимо ввести в битум с глубиной проникания иглы $35*10^{-1}$ мм, чтобы добиться нормативных значений пенетрации и прочих показателей марки БНД 70/100.

Для подтверждения заявленных свойств были отобраны восстанавливающие добавки АМДОР-ВД марки Б и В, отечественный и импортный ее аналоги, а также состаренный битум БНД 70/100.

Состаренное вяжущее испытывалось по нескольким критериям:

- глубина проникновения иглы при 25°С (рисунок 1);
- динамическая вязкость при 60°С (рисунок 2);
- температура размягчения по методу кольца и шара (КиШ) (рисунок 3).

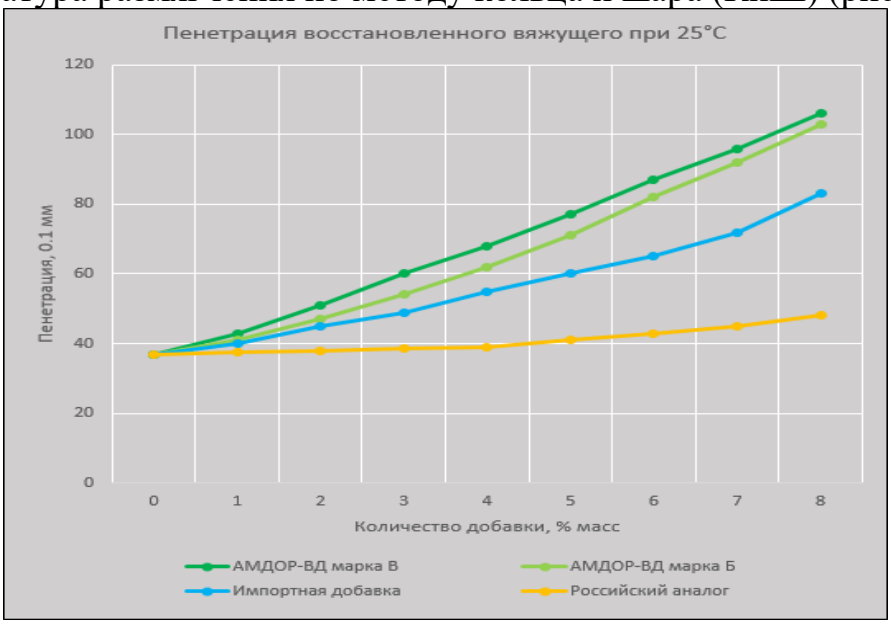


Рис. 1. Изменение пенетрации состаренного битума БНД 70/100 с введением различных восстанавливающих добавок

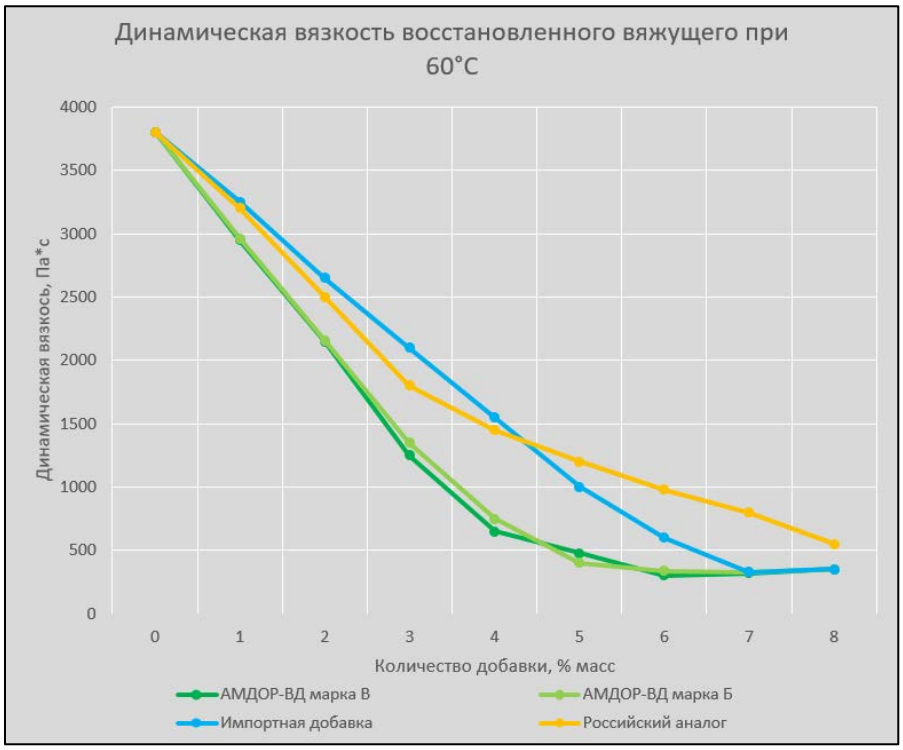


Рис. 2. Изменение динамической вязкости состаренного битума БНД 70/100 с введением различных восстанавливающих добавок

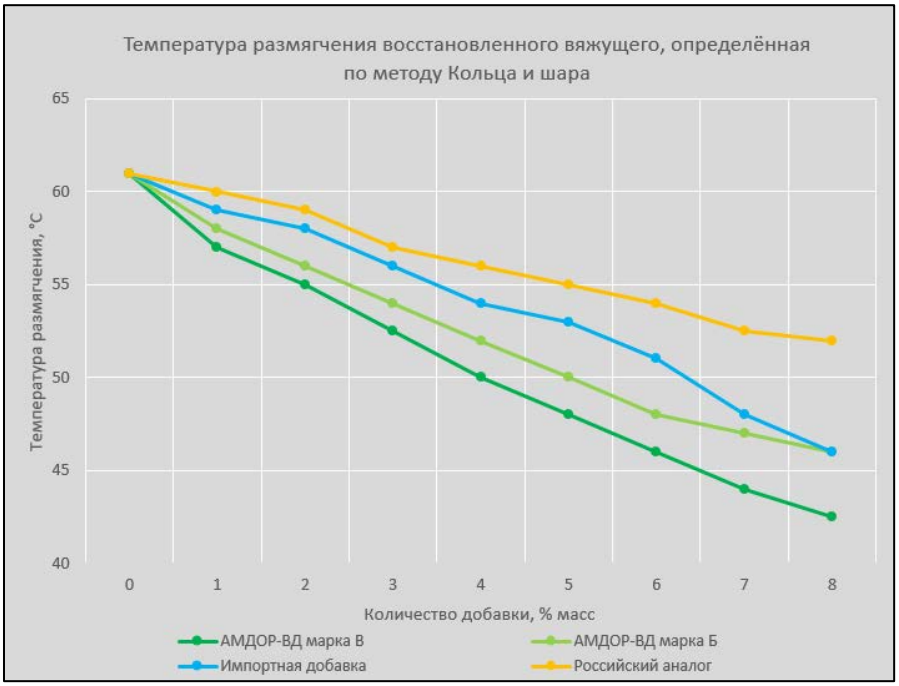


Рис. 3. Изменение температуры размягчения состаренного битума БНД 70/100 с введением различных восстанавливающих добавок

Также были проведены испытания асфальтобетонной смеси типа А I марки на данном вяжущем БНД 70/100 и с содержанием RAP 40% и 5% восстанавливающей добавки АМДОР-ВД марки Б. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний асфальтобетона типа А I марки на вяжущем БНД 70/100 с и без добавления RAP и добавки АМДОР-ВД марки Б

Показатель	Требования ГОСТ 9128	Фактические показатели		
		без добавки	с добавлением 40% RAP и 5% добавки АМДОР-ВД марки Б	с добавлением 60% RAP и 5% добавки АМДОР-ВД марки Б
Водонасыщение, %	2,0-5,0	3,7	3,4	3,2
Предел прочности при сжатии при 50°С, МПа	не менее 1,0	3,8	3,7	3,8
Предел прочности при сжатии при 0°С, МПа	не более 11,0	10,6	9,1	9,5
Водостойкость	не менее 0,90	0,86	0,95	0,95
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,85	0,83	0,91	0,90
Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, МПа	не менее 0,87	0,84	0,92	0,90
Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при 50°С, МПа	не менее 0,25	0,38	0,41	0,42
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе, МПа	3,5-6,0	5,5	4,3	4,6
Средняя глубина колеи, мм	не норм.	2,0	2,4	2,3

Результаты испытаний показали, что асфальтобетон типа А I марки на вяжущем БНД 70/100 с добавления 40% RAP и 5% АМДОР-ВД марки Б полностью соответствует требованиям ГОСТ 9128-2013.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что правильно подобранная добавка позволит увеличить процент использования асфальтогранулята в составе асфальтобетонных смесей (от 20 до 60%) без потери физико-механических и эксплуатационных показателей качества асфальтобетона, что в свою очередь может привести к решению проблемы утилизации старого асфальта, к снижению температуры приготовления асфальтобетонной смеси и энергопотребления, а, следовательно, к

сокращению отрицательного влияния на экологию и уменьшению себестоимости асфальтобетонной смеси. Дозировка восстанавливающей добавки зависит от количества RAP в АБС и от качества RAP-вяжущего. Рекомендуемая большинством производителей дозировка составляет 4-8% (масс.) добавки на массу RAP вяжущего, что составляет 0,2-1,5 кг добавки на 1 т АБС.

Библиографический список:

1. СТО 354759596-012-2020 Стандарт организации ООО «АМДОР» Добавка восстанавливающая «АМДОР-ВД» Технические условия.

2. Международная практическая семинар-конференция «Сибирские дороги» Финкельберг С.В. «Инновационные материалы в дорожном строительстве».

3. ООО «Дорстройиндустрия – юг» Восстанавливающая добавка "Амдор-ВД" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dsi-ug.ru/product/535/vosstanavlivayushchaya-dobavka-amdor-vd, свободный – (29.03.2021).

4. ООО «АМДОР» Восстанавливающие добавки «АМДОР-ВД» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://amdor.ru/publikacii/news/vosstanavlivayuwie-dobavki-amdor-vd/, свободный – (29.03.2021).

Mironov N.S. *Re-use of asphalt granulate in the production of asphalt concrete mixtures*

УДК 625.855.3

ВЛИЯНИЕ ШИПОВАННОЙ РЕЗИНЫ НА ИЗНОС АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ И СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Пшеницын В.А. (СМ-3-20)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кузнецов В.Н.

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В статье рассмотрены вопросы износа асфальтобетонного покрытия при использовании шипованной резины и предложены решения проблемы повышения износостойкости покрытия с применением современных модификаторов.

The article discusses the issues of wear of asphalt concrete pavement when using studded rubber and offers solutions to the problem of increasing the wear resistance of the pavement using modern modifiers.

С каждым годом в нашей стране увеличивается количество автомобилей, объемы пассажирских и грузовых перевозок и, как следствие, увеличивается нагрузка на асфальтовое покрытие. Это приводит к более быстрому разрушению дорожного покрытия. Существенное влияние на износ дорожного покрытия оказывают движущиеся крупногабаритные автомобили. Под действием этих больших касательных напряжений в плоскости пути происходит истирание дорожного покрытия. Наибольшие напряжения сдвига и повышенный износ возникают при торможении автомобиля.

Большое влияние на процесс изнашивания дорожного покрытия оказывает неоднородность асфальтобетонного покрытия, из которого в процессе износа истираются и удаляются зерна минерального заполнителя (песка и щебеня). Износ дороги также может происходить неравномерно внутри проезжей части, в результате чего вдоль прокатывающихся полос образуется след истирания, глубина которого может варьироваться от нескольких миллиметров до 5 см и более. В таких колеях, когда идет дождь, создается значительный слой воды, что приводит к снижению сцепления с поверхностью и возникновению эффекта аквапланирования.

Применение шипованных шин на транспортных средствах в зимний период времени значительно увеличивает износ дорожного покрытия, особенно если дорога сухая и чистая без снега и наледи. При эксплуатации шипованных шин время износа асфальтовых покрытий увеличивается в 2-3 раза. При плавном (без резкого ускорения и торможения) движении транспортных средств с шипованными шинами на ровных участках дороги срок службы покрытия уменьшается примерно на 20%. Даже в асфальтовых покрытиях из высокопрочного литого асфальтобетона при движении автомобилей с шипованными шинами через 1-2 года образуется колея на глубину до 10 мм. Помимо износа дорожного покрытия шипованные шины приводят к увеличению износа горизонтальной дорожной разметки, срок службы ее снижается [3].

Ежегодные финансовые затраты на восстановление дорожного покрытия составляют от 60 до 220 миллиардов рублей, а на ремонт дорог, по данным Российского университета транспорта, уходит до 53 миллиардов рублей. Шипованные шины используются около 25 миллионов водителей [2].

Изучение влияния шипованной резины на износ дорог проводится в ряде стран ЕС и США. Например, исследования, проведенные в Вермонте, подтвердили, что максимальный социально-экономический эффект от применения может быть достигнут только при введении строгих сезонных ограничений на применение каучука. Это связано с тем, что преимущества шипованной резины ограничены повышенным сцеплением в условиях гладкого льда на поверхности покрытия, а стандартные зимние шины в других условиях имеют аналогичное или лучшее сцепление, но шипованные шины способствуют более интенсивному дорожному износу.

Проведенные исследования показали, что необходимо учитывать основные причины образования колейности, такие как:

* увеличение (чрезмерная) плотность потока;
* применение шипованных шин;
* нарушение несущей способности подстилающих слоев;
* высокая скорость движения, что способствует значительному ускорению колееобразования, о чем свидетельствует иностранный опыт [9].

Экспертиза показала, что использование шипованной резины влечет за собой более 70% образования колеи. Если добавить к этому показателю до

30% естественного износа, то мы получим 100% износа дорожного покрытия.

Ученые-исследователи доказали, что при двух миллионах проходов шипованной резины глубина износа составит 3,5 сантиметра. Но в действующем законодательстве Российской Федерации такой износ дорожного асфальтобетона практически не учитывается, так как при строительстве дорожного покрытия в России с 1959 года руководствовались ГОСТ 9128-59], и последующим (ГОСТ 9128-2013) по настоящее время требования не изменились [6].

В зависимости от климатических зон в соответствии с принятыми стандартами при строительстве наших дорог использовался асфальтобетон определенной марки он отличается не только содержанием компонентов, но и основными физико-механическими показателями. Для повышения коэффициента «выносливости» трасс и соответствия с требованиями безопасности движения нужен был абсолютно новый подход к устройству дорожного покрытия [8].

С августа 2010 года специалистами группы предприятий Дорсервис ведутся работы по внедрению износостойких смесей асфальтобетонов. На основании данных полученных при эксплуатации дорог в скандинавских странах за последние 20 лет наиболее устойчивыми к износу шипованными шинами являются Щебеночно-мастичные асфальтобетоны (ЩМА- 16, ЩМА-22). Основным наполнителем в ЩМА является каменный материал, его качество и свойства непосредственно влияют на износостойкость асфальтобетонной смеси. На основании ГОСТ 31015-2002 в России выпускается смесь ЩМА-20. В целях повышения эксплуатационных свойств смеси ЩМА-20 были применены европейские рекомендации и нормы по износостойкости асфальтобетонов, которые позволили использовать пироксеновые порфириты для приготовления асфальтобетонных смесей ЩМА. На сегодняшний день данные смеси находят свое применение на грузонапряженных автомобильных дорогах [7].

Для примера рассмотрим четыре вида щебня-мастики асфальтобетона. Согласно требованиям ПНСТ 183-2019, предусмотрено ЩМА 16 запроектированного согласно требованиям ПНСТ 183-2019 [4].

Первые каменные материалы служили осадочными каменными породами (Доломиты) как более описательные в экспериментальных условиях. Исходными каменными материалами служили осадочные каменные породы (доломиты), как более показательные в условиях эксперимента. В качестве минерального порошка использовали карбонатный минеральный порошок МП-2.

В первых трех образцах стабилизирующей добавкой, предотвращающей стекание вяжущего из смеси, являлась стандартная целлюлозная стабилизирующая добавка Viatop 66.

В четвертом образце применен комплексный модификатор асфальтобетона «РУББЕРМАСТИК», являющийся одновременно

модификатором и стабилизатором вяжущего. В качестве органических вяжущих в процессе подбора состава асфальтобетонных смесей и оценкикачества ЩМА использованы полимерно-битумное вяжущее (ПБВ 60) наоснове стирол-бутадиен-стирола (СБС в количестве 3% и 5%) по ГОСТ 52056-2003 и битум нефтяной дорожный марки БНД 70/100 по ГОСТ Р 33133 производства ООО «Битум», г. Салават. Все образцы отвечали требованиям ПНСТ 183-2019 к ЩМА 16, средняя глубина колеи за 20 000 проходов колеса составляла менее 3,5 мм.

Таким образом, представленные щебеночно-мастичные асфальтобетоны и, соответственно, их составы могли быть применены в проектах строительства, реконструкции и капитальногоремонта автомобильных дорог как федерального, так и регионального значения согласно действующей нормативно-технической базе. Их пластическая деформация (средняя глубина колеи при испытании по ПНСТ181-2019) [5], а следовательно, и пластическая колейность в условиях эксплуатации остаются в пределах допустимой нормы – до 3,5 мм (табл. 1) [1].

Таблица 1

Результаты испытаний образцов щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА 16 на пластическую колейность и истираемость

Наименование образца асфальтобетона ЩМА 16	Средняя глубина колеи, мм, по ПНСТ 181-2019	Истираемость щебеночно-мастичного асфальтобетона, мл	Класс истираемости по ПНСТ 183-2016
Образец 1: Viatop 66 – 0,5%; БНД 70/100	3,2	44	3 (от 36 до 45 вкл.)
Образец 2: Viatop 66 – 0,5%; ПБВ 60 (3% СБС)	1,8	38	3 (от 36 до 45 вкл.)
Образец 3: Viatop 66 – 0,5%; ПБВ 60 (5% СБС)	1,5	36	3 (от 36 до 45 вкл.)
Образец 4: «РУББЕРМАСТИК» – 1%; БНД 70/100	1,4	25	1Б (от 15 до 25 вкл.)

Но проведенные дополнительные тесты показали совсем иную картину.

Первые три образца, приобретенные с использованием только БНД, стабилизатораи полимерно - битумных вяжущихс разным содержанием СБС (3% и 5% масс.), имели значимыйизнос при испытании на истираемость по Праллу.

Четвертый же эталон, приготовленный с использованием стандартного битума БНД 70/100 и специального износоустойчивого модификатора РУББЕРМАСТИК, разработанного ООО Векторуббер, показал значительно лучшие результаты (на 30-40% отн.) [1].

В заключении можно сделать выводы:

Нормативная база дорожной отрасли во многом обветшала, поэтому нужно обновление эталонов. Стоит отметить, что для понижения износа покрытий шипованной резиной, нужно обязательное проведение испытаний на истираемость в установке Pralltest для испытания асфальта на истираемость и обязательного испытания на среднюю глубину колеи от пластической деформации. Результаты исследовательских работ проявили возможность технического улучшениясвойства асфальтобетонных покрытий (обычных по ПНСТ 184 и щебеночно-мастичных по ПНСТ 183) по стойкости к истиранию с использованием полимерно - битумных вяжущих ив его отсутствие методом внедрения новых особых модификаторов с данными свойствами, повышающими устойчивость к истираемости асфальтобетона и снижающими глубину колеи износа от шипованных шин. Примером может служить РУББЕРМАСТИК, разработанный компанией Векторуббер.[1]

Библиографический список:

1. Журнал «Автомобильные дороги» Статья «Способ повышения стойкости дорожного асфальтобетона к абразивному износу от шипованной резины» Авторы: к.т.н. А. Ю. Дедюхин, к.т.н. В. Е. Кошкаров, д.э.н. Е.В. Кошкаров.
2. Сайт газеты Голос времени «Затянули резину» 6 февраля 2020.
3. Юнидорстрой Статья «Износ дорожных покрытий: причины и факторы, определяющие его интенсивность».
4. ПНСТ 183-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия», 2019.
5. ПНСТ 181-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса», 2019.
6. ГОСТ9128-2013 смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерафасфальтобетондля автомобильных дорог и аэродромов.
7. ЗАО «ПОРФИР» износостойкий асфальтобетон с применением в качестве каменного материала пироксенового порфирита. Санкт-Петербург 2011 год.
8. Проектант сайт проектировщиков России Статья Современные дорожные покрытия Режим доступа: https://www.proektant.ru/content/2731.html.
9. Студопедия сайт «Износ дорожных покрытий: причины и факторы, определяющие его интенсивность и его причины».
10. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» http://naukovedenie.ru. Выпуск 5 (24), сентябрь – октябрь 2014 publishing@naukovedenie.ru.

Pshenitsyn V.A. *Influence of spinked rubber on wear of asphalt concrete covering and methods of increasing wear resistance*

УДК 625.762

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ «РУББЕРМАСТИК» В ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ СМЕСЯХ

Самсонов И.В. (СМ-3-20)

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

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Модификаторы асфальтобетонов позволяют повысить прочность и долговечность асфальтобетонных покрытий. Смеси, приготовленные с КМА (комплексный модификатор асфальтобетона), полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 58406.1-2020. В гг. Волгограде и Волжском на участках УДС с повышенной колейностью применялся модификатор «Руббермастик». На основе сравнительного анализа известных КМА доказаны преимущества применения «Руббермастик» в щебеночно-мастичном асфальтобетоне.

Asphalt concrete modifiers allow increasing the strength and durability of asphalt concrete pavements. The mixtures prepared with KMA (complex modifier of asphalt concrete) fully comply with the requirements of GOST R 58406.1-2020. In years. In Volgograd and Volzhsky, the "Rubbermastic" modifier was used in the areas of the UDS with increased rutting. On the basis of a comparative analysis of the known KMA, the advantages of using "Rubbermastic" in crushed stone-mastic asphalt concrete have been proved.

КМА «Руббермастик» - эффективный многокомпонентный материал, который позволяет повысить качество асфальтобетонной смеси и долговечности дорожного покрытия при минимальных трудозатратах и финансовых вложений. Руббермастик – это сухая мастика, включает в себя минеральную, полимерную и химические составляющие. Технологическая функция применения КМА «Руббермастик» заключается в полимерно-дисперсном армировании асфальтобетонной смеси и асфальтобетона [1-3].

Щебеночно-мастичные асфальтобетоны (ЩМА), модифицированные КМА «Руббермастик» ПГ, показывают более высокие физико-механические характеристики, чем ЩМА без него. Увеличение прочности при высоких положительных температурах воздуха в среднем на 24-30% показывает улучшение сдвигоустойчивости с сохранением трещиностойкости [5].

Лабораторные испытания ЩМА с модификатором КМА «Руббермастик» ПГ на сопротивление пластическому течению на установке Маршалла (по ПНСТ 109- 2016) показывают преимущества модифицирования щебеночно-мастичного асфальтобетона. Использование КМА в количестве 1% в составе ШМА повышает сопротивляемость пластическому течению на 21-24%. Водостойкость и адгезия при этом соответствуют ПНСТ 183-2016 (58406.1-2019) [2, 5].

Испытания стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса по ПНСТ 181-2016 [3] щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе КМА «Руббермастик» ПГ и базового состава с использованием стабилизирующей добавки на основе целлюлозы

показывают, что использование КМА в количестве 0,8% и 1% существенно повышает стойкость к колееобразованию ЩМА (таблица 1).

Таблица 1

Результаты испытаний ЩМА с добавками КМА на колееобразование

Вид асфальтобетона	Viatop 66 0,5%	КМА «Руббермастик» ПГ 0,8%	КМА «Руббермастик» ПГ 1%
Тип образца	Лабораторный образец		
Средняя толщина испытуемых образцов, мм	50	50	50
Значение средней глубины колеи, мм	3,45	1,90	1,20
Значение угла наклона кривой колееобразования	0,15	0,12	0,12

Использование модификатора КМА «Руббермастик» ПГ в количестве 1% в составе ЩМА повышает стойкость к истиранию шипованной резины, что подтверждается испытаниями на износостойкость по «Праллу» [4, 5].

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что модификатор КМА «Руббермастик» ПГ оказывает положительное влияние на эксплуатационные характеристики щебеночно-мастичного асфальтобетона, рекомендуется для использования в качестве добавки при производстве асфальтобетонных смесей в Волгоградской области.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 58406.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон.

2. ПНСТ 183-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.

3. ПНСТ 181-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колееобразованию прокатыванием нагруженного колеса», 2019.

4. ПНСТ 180-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения истираемости», 2019.

5. Отчет УралДорНИИ по «Исследованию комплексного модификатора асфальтобетона «РубберМастик», полимерно- дисперсно армирующий гранулированный по СТО 25209126-002-2020 КМА «Руббермастик» ПГ в составе щебеночных асфальтно бетонных смесей и асфальтобетона на соответствие современным требованиям ПНСТ и ГОСТ Р»

Samsonov I.V. *Application of the modified additive "rubbermastic" in machine-mastic mixtures*

УДК 625.7/8

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭМУЛЬСИИ В СМЕСЯХ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА НА ПРОЧНОСТЬ СЛОЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сенибабнов С.А. (аспирант)

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Андрианов К.А.,
д-р техн. наук, профессор Зубков А.Ф.

Тамбовский государственный технический университет

Применение при ремонте и реконструкции автомобильных дорог отходов, получаемых при холодном фрезеровании асфальтобетонных покрытий, позволяет уменьшить потребность в материалах при условии соответствия их прочности предъявляемым требованиям. Установлено, что прочность асфальтогранулята зависит от содержания эмульсии в смеси. В статье представлены результаты исследования влияния состава смеси и процентного содержания эмульсии на прочностные характеристики асфальтогранулята.

The use of waste generated by cold milling of asphalt concrete pavements in the repair and reconstruction of highways makes it possible to reduce the need for materials, provided that their strength meets the requirements. It was found that the strength of asphalt granulate depends on the content of the emulsion in the mixture. The article presents the results of a study of the effect of the composition of the mixture and the percentage of emulsion on the strength characteristics of asphalt granulate.

При капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог возникает задача разрушения старого покрытия нежесткого типа и его утилизация. Широкое применение при разрушении покрытия получил метод холодного фрезерования, в результате которого получают гранулят с размерами фракций до 40 мм. Расчеты показали, что при разрушении 1 км покрытия при ширине дорожной полосы 7 м и толщине снимаемого слоя 0,05 м, получают от 500 до 650 т материала. Использование полученных отходов в дорожном строительстве получило широкое применение как за рубежом, так и у нас в стране [1,2].

Критерием возможности применения такого материала является соответствие его прочностных характеристик требованиям к применяемому материалу для дорожного строительства. В зависимости от способа распределения материала при укладке слоя объемная масса асфальтогранулята находится в пределах от 1,4 до1,8 т/м^3. Наиболее широкое применение при устройстве слоев дорожных конструкций находит асфальтогранулят фракции 5-20 мм, объемная масса которого при укладке составляет 1450 т/м^3. Максимальная плотность при уплотнении слоя материала равняется 2450 кг/м^3. При распределении и укладке материала происходит уплотнение материалов слоя, которое характеризуется коэффициентом предварительного уплотнения. Величина предварительного уплотнения зависит от свойств материала и средств механизации при распределении слоя. Распределение материала при укладке слоя землеройно-транспортными машинами обеспечивают

коэффициент предварительного уплотнения гранулята в пределах 0,76-0,87. При работе уплотняющих машин за счет образования деформации слоя плотность уплотняемого материала увеличивается, что способствует повышению прочности.

По результатам исследований установлена зависимость плотности материала (ρ) от деформации слоя асфальтогранулята (λ) в процессе уплотнения, которая определяется зависимостью:

$$\rho = 1,45e^{0,017\lambda} \quad (1)$$

Коэффициент корреляции уравнения равен 0,97.

С целью уточнения влияния фракционного состава и процентного содержания эмульсии на прочностные характеристики асфальтогранулята проведены исследования при разных составах смеси и процентном содержании эмульсии. Определение характеристик проводилось в соответствии с ГОСТ12801. По результатам исследований установлены пределы прочности слоя разных фракций асфальтогранулята от его толщины при укладке. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения предела прочности асфальтогранулята
от состава и толщины слоя при укладке

Фракция, мм	Толщина слоя, м			
	0,05	0,10	0,15	0,20
5-10	1,7	1,6	1,5	1,4
10-20	2,0	1,85	1,7	1,6
5-20	2,2	2,0	1,9	1,8
20-40	2,3	2,1	2,0	1,9

Из представленных данных видно, что предел прочности зависит как от гранулометрического состава, так и толщины укладываемого слоя. С увеличением размера фракции предел прочности возрастает, что объясняется изменением структуры материала слоя при уплотнении. Установлено, что толщина слоя влияет на предел прочности уложенного материала независимо от размера фракции асфальтогранулята. На рис.1 представлена зависимость предела прочности слоя от его толщины для разных фракций.

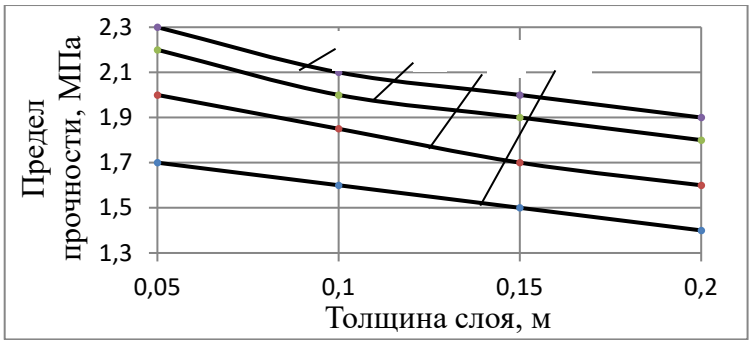


Рис. 1. Влияние толщины на предел прочности слоя асфальтогранулята:
1 - фракция 5-10 мм; 2 - 10-20 мм; 3 - 5-20 мм; 4 - 20-40 мм.

С учетом влияния толщины слоя получены зависимости предела прочности для разных фракций асфальтогранулята, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость предела прочности от толщины слоя

Фракция, мм	Зависимость $\lambda = f(h)$	Коэффициент корреляции
5-10	$\lambda = 1{,}82e^{-1{,}29h}$	0,99
10-20	$\lambda = 2{,}15e^{-1{,}5h}$	0,99
5-20	$\lambda = 2{,}32e^{-1{,}3h}$	0,98
20-40	$\lambda = 2{,}42e^{-1{,}24h}$	0,98

Из представленных зависимостей в табл. 2 видно, что зависимость предела прочности от толщины слоя подчиняется общей закономерности и с увеличением толщины слоя предел прочности понижается, что подтверждается результатами других исследователей [3].

С целью установления общей зависимости представим данные в табл. 1 в относительных значениях, принимая предел прочности для каждой фракции при толщине слоя 0,05 за единицу. Обозначим принятую величину за коэффициент влияния толщины слоя на прочность ($К_h$) слоя асфальтогранулята (рис.2).

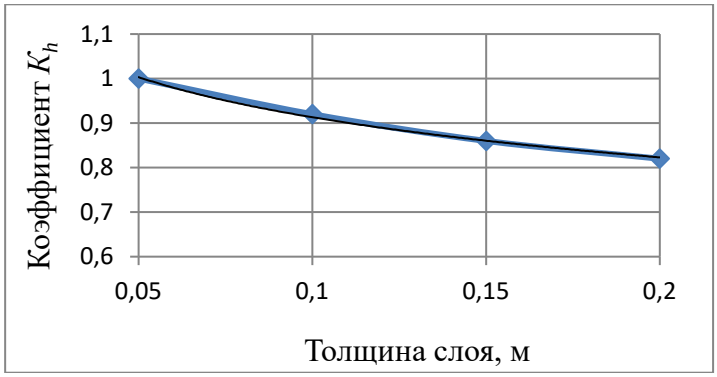


Рис. 2. Зависимость коэффициента K_h от толщины слоя

Численное значение коэффициента определяется по формуле:

$$K_h = 1{,}06e^{-1{,}32h}, \text{ безразмерная величина} \qquad (2)$$

где h – толщина слоя, м. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,98.

Для уточнения влияния гранулометрического состава на предел прочности представим данные табл.1 в относительных величинах, принимая условно предел прочности каждого слоя при толщине равной 0,05 м, за единицу. Обозначим принятую величину за коэффициент влияния фракции на предел прочности ($K_ф$). В таблице 3 представлены значения пределов прочности асфальтогранулята разных фракций в относительных значениях.

Таблица 3

Влияние гранулометрического состава гранулята на предел прочности при разной толщине слоя (в относительных величинах)

Номер фракции	Размер фракции, мм	Толщина слоя при укладке, м				∑n/n
		0,05	0,10	0,15	0,20	
1	5-10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	10-20	1,176	1,156	1,333	1,142	1,151
3	5-20	1,294	1,250	1,266	1,286	1,274
4	20-40	1,353	1,313	1,333	1,357	1,339

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента $К_ф$ на предел прочности слоя асфальтогранулята с учетом размера фракции.

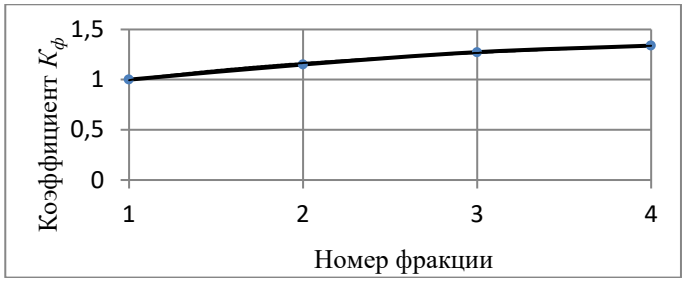


Рис. 3. Зависимость коэффициента влияния гранулометрического состава на предел прочности слоя

Численное значение коэффициента влияния гранулометрического состава на предел прочности определяется по формуле:

$$K_\phi = 0,248 lnN + 0,99, \quad (3)$$

где N - номер фракции:1 - фракция 5-10 мм; 2 - 10-20 мм; 3 - 5-20 мм; 4 - 20-40 мм. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

Для получения общей зависимости влияния гранулометрического состава смеси и толщины слоя при укладке установим зависимость предела прочности для каждого слоя при его толщине 0,05 м с учетом гранулометрического состава материала (рис.4).

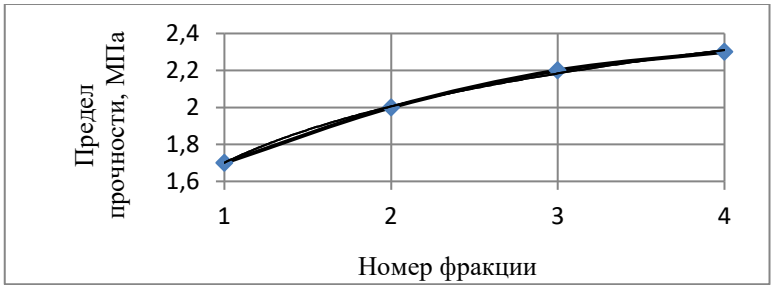


Рис. 4. Зависимость предела прочности слоя гранулята от гранулометрического состава

Численное значение предела прочности для слоев толщиной 0,05 м с учетом гранулометрического состава определяется по формуле:

$$\sigma_{пр} = 0,439 lnN + 1,7, \text{ МПа} \quad (4)$$

где N – номер фракции. Коэффициент корреляции уравнения равен 0,99.

С учетом полученных зависимостей значение предела прочности слоя асфальтогранулята в зависимости от гранулометрического состава и его

толщины при укладке с достаточной для практических расчетов точностью можно определить по формуле:

$$\sigma_{пр} = 1,785 K_ф K_h, \text{ МПа} \quad (5)$$

Установлено, что относительная погрешность при определении предела прочности слоя гранулята находится в пределах 5%.

Для уточнения влияния содержания эмульсии на предел прочности проведены исследования при разных гранулометрических составах смеси и процентном содержании эмульсии. Результаты испытаний представлены на рис. 5. За численное значение принята средняя величина трех испытаний.

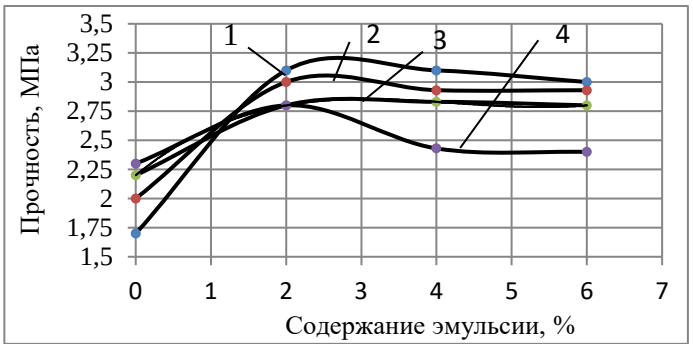


Рис. 5. Зависимость предела прочности в зависимости от процентного содержания эмульсии при разном фракционном составе смеси: 1 - фракция 5-10 мм; 2 - 10-20 мм; 3 - 5-20 мм; 4 - 20-40 мм.

Численное значение предела прочности слоя асфальтогранулята в зависимости от гранулометрического состава и содержания эмульсии в смеси определяется по формулам:

$$R^{20}_{5-10} = 0,027э^3 - 0,034э^2 + 1,27э + 1,7,$$

$$R^{20}_{10-20} = 0,024э^3 - 0,28э^2 + 0,96э + 2,0,$$

$$R^{20}_{5-20} = 0,011э^3 - 0,135э^2 + 0,53э + 2,2,$$

$$R^{20}_{20-40} = 0,025э^3 - 0,26э^2 + 0,67э + 2,3, \quad (6)$$

где э - содержание эмульсии, %. Коэффициент корреляции уравнений равен 1,0.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что добавление эмульсии в асфальтогранулят перед укладкой смеси способствует повышению предела прочности слоя в зависимости от гранулометрического состава смеси от 20 до 80%. Максимальное увеличение прочности слоя асфальтогранулята достигается при добавлении в него 2% эмульсии. При дальнейшем повышении эмульсии наблюдается понижение предела прочности независимо от состава смеси. Наибольшему влиянию на прочностные характеристики асфальтоганулята подвержена фракция 20-40 мм, что объясняется формированием структуры слоя.

Библиографический список:

1. Алексиков С.В. Использование фрезерованного асфальтобетона для укрепления обочин автомобильных дорог / С.В Алексиков, А.Н. Бадрудинова // Вестник

Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. 2012. № 7. С. 40-45.

2. Калгин, Ю.И. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов / Ю.И. Калгин, А.С. Строкин, Е.Б. Тюков// Воронеж: Изд-во Воронежская областная типография им. Е. А. Болховитинова, 2014. - 223с.

3. Определение характеристик битумоминеральной смеси при укладке в выбоину дорожного покрытия струйно-инъекционным методом / Пилецкий М.Э., Андрианов К.А., Зубков А.Ф. // Приволжский научный журнал. 2018. № 2(46), С. 70-77.

Senibabnov S.A., Andrianov K.A., Zubkov A.F. *Influence of emulsion content in mixtures asphaltogranulate for layer strength at device of road constructions*

УДК 625.855.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕОЛИТА ТАТАРСКО-ШАТРАШАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Хусаенов Б.К. (гр. 9СМ-31), Рафиков К.Р. (гр. 7АД02)

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

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

В настоящее время по всему миру все больше применяется дорожно-строительный материал, позволяющий значительно снизить энергопотребление, а также повысить экологические показатели – теплый асфальтобетон, одним из способов производства которого является применение цеолитосодержащих добавок. В данной статье будет рассмотрено влияние цеолита, добываемого на территории Республики Татарстан, на свойства теплого асфальтобетона.

Nowadays, all over the world, a road-building is used material, which can significantly reduce energy consumption, improve environmental performance - warm asphalt mix. One of the production methods is use of zeolite-containing additives. This article will research the effect of zeolite mined in the Republic of Tatarstan on the properties of asphalt mixture.

В последнее время во всем мире существует тенденция снижения энергопотребления в различных отраслях строительства. Не обошло стороной данное направление и дорожную отрасль. Одним из самых дорогих и энергозатратных процессов в строительстве автомобильных дорог является приготовление и укладка асфальтобетонных смесей в покрытия, ведь при этом расходуется огромное количество электроэнергии и горюче-смазочных материалов. Сегодня существуют способы, позволяющие значительно снизить температуру основных технологических процессов при производстве смесей, такие как применение цеолитсодержащих добавок. Применение цеолитсодержащих добавок в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог играет существенную роль в повышении энергоэффективности, а также экологичности дорожного строительства. Цеолиты – это полигидраты алюмосиликатов, имеющие

кристаллическую решетку с многочисленными порами и каналами, проходящими через весь каркас молекулы и занимающими 20-50% объема каркаса цеолита, что обуславливает их высокую сорбционную и реакционную способность [1].

Предпосылками исследования теплых асфальтобетонов с применением цеолита добавок как в Республике Татарстан, так и в Приволжском Федеральном Округе является наличие одного из крупнейших месторождений Российской Федерации - Татарско-Шатрашанского, находящегося на территории Дрожжановского района Республики Татарстан, в 230 км от г. Казани. Данное месторождение цеолитсодержащих пород было открыто в 1990 году во время региональных работ по поиску агрорудного сырья, выполнявшихся по заданию Роскомнедра партией геологии фосфатного сырья ЦНИИгеолнеруд. [2]. Месторождение связано с дорожной сетью асфальтовой дорогой, проходящей вдоль восточного контура подсчета запасов, до ближайшей грузовой железнодорожной станции Бурундуки – 78 км, что говорит о транспортной доступности данного сырья.

В связи с актуальностью темы проведены лабораторные экспериментальные исследования теплого асфальтобетона с применением цеолита с Татарско-Шатрашанского месторождения в соответствии ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия» [3] и ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний» [4]. Добавкой в смесь был применен природный цеолит от ОАО «Цеолиты Поволжья» по ТУ 2163-001-27860096-2016 «Технические условия. Цеолит активированный» [5] фракции 0-0,8мм. Состав смеси по массе составил: щебень М1000 – 42,9%; отсев дробления щебня М1000 – 32,9%; песок природный – 6,3%; минеральный порошок МП-1 – 7,6%; цеолит – 5,5%; битум БНД 70/100 - 4,8%.

В процессе приготовления минеральные материалы и битум разогревались до 140°С. Цеолит и минеральный порошок добавлялись без разогрева одновременно с введением битума. По истечении времени после смешения, можно было наблюдать действие добавки – активное выделение воды из структуры цеолита и вспенивание битума, что повышает обволакиваемость минеральной части битумным вяжущим. Изготовление, формование и хранение образцов из теплой асфальтобетонной смеси с применением цеолита производилось в соответствии с нормативными требованиями [4].

По ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний» проведены испытания теплого асфальтобетона (рис. 1) на: водонасыщение; набухание; предел прочности при сжатии при 0℃, 20℃, 50℃; водостойкость при длительном водонасыщении. Результаты данных испытаний, а также для

сравнения физико-механические показатели горячей асфальтобетонной смеси тип Б марки II приведены в таблице 1.

Рис. 1. Испытания теплой асфальтобетонной смеси с применением цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан

Таблица 1

Физико-механические свойства асфальтобетонных смесей

Смесь	ρ_m, г/см^3	Н, %	W, %	$R_{сж}$, Мпа при температурах			$К_{вд}$, %
				0°С	20°С	50°С	
Теплый асфальтобетон с применением цеолита на щебне М1000	2,41	0,23	2,2	6,05	3,87	1,1	0,77
Горячий асфальтобетон тип Б марки II на щебне М1400	2,57	0,18	1,8	10,4	4,4	1,5	0,87
Нормативные показатели по ГОСТ 9128-2013 для смеси тип Б марки II	-	-	-	≤12,0	≥2,2	≥1,0	≥0,75
Примечание: ρ_m – средняя плотность; Н – набухание; W – водонасыщение; $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии; $К_{вд}$ – водостойкость при длительном водонасыщении.							

В результате анализа экспериментальных данных, было определено соответствие показателей теплой асфальтобетонной смеси с применением цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения нормативным показателям ГОСТ 9128-2013 [3]. Рекомендованной областью применения разработанных материалов являются дороги с дорожными одеждами капитального и облегченного типов согласно СП 243.1326000.2015 «Свод правил. Проектирование и строительство автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения» [6], приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Категории автомобильных дорог

Назначение автомобильной дороги	Категория автомобильной дороги	Среднегодовая суточная интенсивность движения авт./сут.	Выполняемая функция
Распределительная	IVА-р	100-400	Обеспечение связи между подъездами и автомобильными дорогами более высоких категорий
	IVБ-р	<100	
Подъезды	IVА-п	100-400	Подъезды к фермам, промышленным предприятиям
	IVБ-п	<100	Подъезды к жилой зоне, коттеджным и дачным поселкам, малым транспортным терминалам

Таким образом, можно отметить, что основными преимуществами теплой асфальтобетонной смеси с применением цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения Республики Татарстан перед горячей асфальтобетонной смесью являются:

приготовление и укладка смеси при пониженных температурах технологических процессов;

снижение расходов горючих материалов, следственно выбросов вредных веществ;

повышение ресурса асфальтосмесительных установок при снижении температуры смешения и уменьшение амортизационных расходов.

Библиографический список:

1. Хусаенов Б.К., Ильина О.Н. Опыт применения цеолитсодержащих добавок в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог // Техника и технология транспорта. 2020. № 4 (19). С. 22.

2. Тюрин А.Н. Минералого-литологическая характеристика цеолитосодержащих пород Татарско-Шатрашанского месторождения. Дис. канд. геол. наук: 25.00.06. / Тюрин Анатолий Николаевич. 2003. 209 С.

3. ГОСТ 9128–2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия – М.: Стандартинформ, 2015. 54 С.

4. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. - М.: Стандартинформ, 2015. 67 С.

5. ТУ 2163-001-27860096-2016 Технические условия. Цеолит активированный. – Казань: ОАО «Цеолиты Поволжья». 2016. 12 С.

6. СП 243.1326000.2015 Свод правил. Проектирование и строительство автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения. – Москва: Министерство траснпорта Российской Федерации. 2015. 116 С.

Ilina O.N., Khusaenov B.K., Rafikov K.R. *Experimental research of warm asphalt concrete using zeolite of the Tatar-Shatrashan desposit of the Republic of Tatarstan*

УДК 625.733

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОБОЧИН РЕГИОНАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ширяшкина Д.Р. (АД-1-17)

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

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

В данной статье рассмотрена целесообразность использования местных строительных материалов при укреплении обочин региональных автомобильных дорог.

This article discusses the feasibility of using local construction materials to strengthen the roadsides of regional highways.

Укрепление обочин позволяет улучшить технико-эксплуатационные качества и повысить уровень безопасности дорожного движения. Основным преобладанием обочины является защита проезжей части от проникновения поверхностных вод, предотвращение разрушения и загрязнения проезжей части, а также обеспечение более полного переноса снежного покрова, облегчение содержания дороги и возможность организации дорожного движения, в период проведении ремонтных работ на проезжей части [1].

Рис. 1. Обочина автомобильной дороги

Укрепление, применяемое на обочинах автомобильных дорог, должно соответствовать нагрузкам, действующим на обочины, проезжающих и останавливающихся автомобилей, а также их интенсивности, иметь влагонепроницаемые средства, если того требуют дорожно-климатические условия и грунты, обеспечивать постоянный и полный отвод воды с поверхности автомобильных дорог.

Для укрепления обочин рекомендуется широко использовать местные строительные материалы, такие как асфальтобетоны различных марок, асфальтогранулобетоны, смеси битумоминеральные, щебеночные и гравийные материалы, обработанные вяжущими, а также грунт, укрепленный вяжущими, щебень, гравий и иные несвязные материалы, в том числе отходы камнедробления, кирпичных, бетонных заводов, шлаки и другие местные материалы.

Очень эффективно укреплять обочины дорог из асфальтогранулобетона. Повторное использование материалов, полученных при обработке дорожных покрытий — актуально, в связи с увеличением стоимости битума и других компонентов асфальтобетона. Регенерация на заводе (АБЗ) позволяет экономить средства и материалы до 15-20%, регенерация на дороге — около 30% (по сравнению с укладкой слоя асфальтобетона толщиной 4 см), холодная регенерация на дороге — до 30-40%.

В других регионах России дорожные предприятия наладили выпуск асфальтогранулобетона на АБЗ и при фрезеровании старых асфальтобетонных дорожных покрытий. Переработка старого асфальтобетона на АБЗ осуществляется за счет добавление асфальтогранулята до 20%, к горячим смесям. Как правило, такой материал применяется в верхнем слое основания. При объединении новых материалов и асфальтогранулята, необходимо тщательно подбирать состав и технологию их приготовления. При разогреве в сушильном барабане одновременно с песком и щебнем, содержание должно быть не более 10%.

При проектировании укрепления обочин с покрытием из асфальтогранулята необходимо учитывать его пониженную прочность и повышенные энергозатраты на АБЗ. Готовая смесь транспортируется к дороге автосамосвалами. Время транспортировки составляет не более 2-х часов, во избежание повышения твердости смеси (Рисунок 2.).

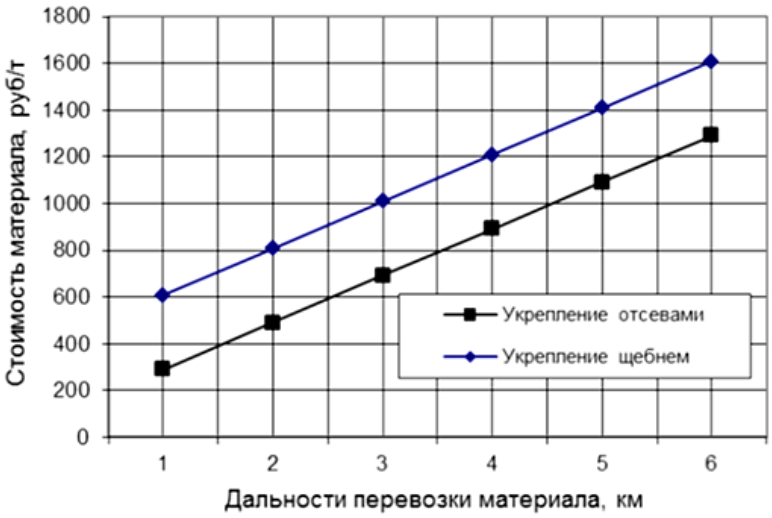


Рис. 2. Стоимость каменных материалов для укрепления обочин в зависимости от дальности перевозки

Исследования показывают, что снижение стоимости дорожных работ при укреплении обочин, эффективны за счет применения местного малопрочного щебня и отходов дробления каменных материалов. Использование отсевов для дробления щебня на муниципальных дорогах приводит к снижению стоимость дорожных работ на 20-50%. Применение асфальтобетонного гранулята, отсевов, шлаков позволяет повысить несущую способность обочин и утилизировать строительные отходы [2].

Очень перспективным является применение отсевов для дробления каменных материалов. По данным Волгоградского карьерного управления за 2008-2011 гг. среднегодовой выход дробильных отсевов составил 16 тысяч кубометров (при среднегодовой переработке 81 тысячи кубометров минерального сырья). Замена щебня его отсевами экономически оправдана, так как стоимость на 19-54% ниже фракционированного щебня. Рационально использовать отсевы щебня дробления фр. 0-20 мм для засыпки эксплуатируемых обочин дорог, при ремонте или реконструкции автомобильных дорог. При этом на обочине образуется достаточно плотная и прочная поверхность из щебеночно-песчаной смеси с примесью грунта, препятствующая образованию колей и просадкам укрепленной обочины [2].

Важно учитывать положительное влияние на прочность дорожного покрытия и эксплуатационные характеристики участка дороги в целом. Укрепление способствует снижению расчетной влажности дорожного полотна, повышает надежность дорожного покрытия, в ряде случаев способствует уменьшению его толщины и расчетной стоимости, а также снижает транспортные и эксплуатационные расходы за счет повышения скорости и безопасности движения транспортных средств. Средняя скорость движения автомобилей на участках дорог с усиленными обочинами увеличивается до 13%, количество аварий снижается до 25%.

Экономическое обоснование усиления обочин осуществляется по текущей стоимости или чистому дисконтированному доходу. Затраты на строительство, ремонт и содержание дорожных обочин, включаемые в

общие затраты, должны определяться по укрупнённым показателями. Также, необходимо учитывать капитальные вложения в строительство, затраты на ремонт и содержание обочин дорог, снижение стоимости перевозок и снижение потерь от дорожно-транспортных происшествий [2].

Таким образом, в конструкциях укрепления обочин автомобильных дорог, очень эффективно использовать местные малопрочные каменные материалы осадочных пород, запасы которых в Волгоградской области составляют 1051172 тысячи кубометров. Применение отсевов для дробления щебня на муниципальных дорогах, позволяет снизить стоимость дорожных работ на 20-50%. Применение асфальтогранулята, укрепленных отсевов, шлаков позволяет повысить несущую способность обочин дорог и утилизировать строительный мусор. Разработка рациональных конструкций укрепления обочин, требует уточнения расчетных прочностных свойств местных материалов.

Библиографический список:

1. Астрахан, Э.М. Использование местных материалов и отходов промышленности [Текст] / Э.М. Астрахан, И.Б Ициксон// Автомобильные дороги. – 1986. - №9. – С. 3-4.

2. Бадрудинова. А.Н. Диссертация. Совершенствование конструкций укрепления обочин автомобильных дорог из местных строительных материалов (в региональных условиях Нижнего Поволжья) [Текст] / С.В. Алексиков// 05.23.11 - Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей. – Волгоград - 2015г.

Shiryashkina D.R. *The use of local construction materials and secondary production products to strengthen the roadsides of regional highways*

УДК 625.855

АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТ, КАК КОМПОНЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Шугайкина Л.А. (гр. СМ-3-20)

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

Волгоградский государственный технический университет
Институт архитектуры и строительства

Асфальт находится на большинстве современных дорог, автопарковок и школьных игровых площадок, и считается современным материалом. В асфальте содержание карбоната кальция обычно колеблется от 50% до 90%, в то время как содержание натурального битума составляет от 7% до 15%; оставшаяся часть состоит из других минеральных материалов и летучих веществ. В настоящее время качество материалов изменилось и постоянно улучшается, с большим использованием перерабатываемых материалов.

Asphalt is found on most modern roads, car parks and school playgrounds and is considered a modern material. In asphalt, the content of calcium carbonate usually ranges from 50% to 90%, while the content of natural bitumen ranges from 7% to 15%; the remainder is composed of other minerals and volatiles. Nowadays, the quality of materials has changed and is constantly improving, with a large use of recyclable materials.

На подготовительном этапе при капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог выполняют работы по фрезерованию существующих слоев дорожной одежды. Установлено, что при холодном фрезеровании старого асфальтобетонного покрытия при ширине полосы движения 7,0 м и толщине фрезерованного слоя 0,05 м с одного километра дорожного покрытия получают 500—600 т отходов. Получаемый материал называется асфальтогранулятом. Отработанный материал направляется для дальнейшего использования местными дорожными организациями для укрепления обочин, устройства подъездных дорог и временных объездов.

В зарубежных странах (США, Англия, Германия и Франция) весь полученный материал применяется повторно при выполнении дорожных работ после переработки отходов. В таких странах, как Япония, Чехия и Словакия, асфальтовый лом перерабатывается до 80 %, в Венгрии — до 60 % и Польше — до 50 %. По оценкам специалистов применение асфальтогранулята позволяет уменьшить потребность в вяжущем до 3,8 млн т и более чем на 72 млн т в заполнителе. Общая экономия оценена в сумму более 2,1 млрд долларов США.

Нормативными документами ОДН 218.3.039-2003 «Укрепление обочин автомобильных дорог» и СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги» определены области применения асфальтогранулята для автомобильных дорог. При соответствующей переработке асфальтограгнулята его можно использовать в слоях основания и нижних слоях покрытия при условии соответствия требованиям ГОСТ 8267 по прочности к щебню. Добавление вяжущего при повторном применении асфальтогранулята позволяет повысить предел прочности слоя от 0,5 до 2,0 МПа. Асфальтогранулят без добавления, вяжущего рекомендуется применять при строительстве автомобильных дорог IV категории с пределом прочности на сжатие 0,7 МПа, а также для расклинцовки верхнего слоя щебеночного основания [4,5]. При укреплении обочин дорожных покрытий, устройстве промышленных площадок, щебеночных оснований и покрытий методом заклинки применяется асфальтогранулят, который укладывается слоями разной толщины и гранулометрического состава (в зависимости от этих параметров меняются прочностные характеристики материала, что влияет на процесс уплотнения и выбор параметров машин для уплотнения).

В зависимости от области применения асфальтогранулят укладывают слоями разной толщины, что необходимо учитывать при выборе параметров уплотняющих машин. Нормативным документом СП 78.13330.2012 установлены машины для уплотнения асфальтоганулята, которые по своим параметрам относятся к группе тяжелых катков и должны применяться на заключительной стадии уплотнения [5]. Изменение свойств материала в зависимости от толщины слоя при укладке, требует применения разных типов катков.

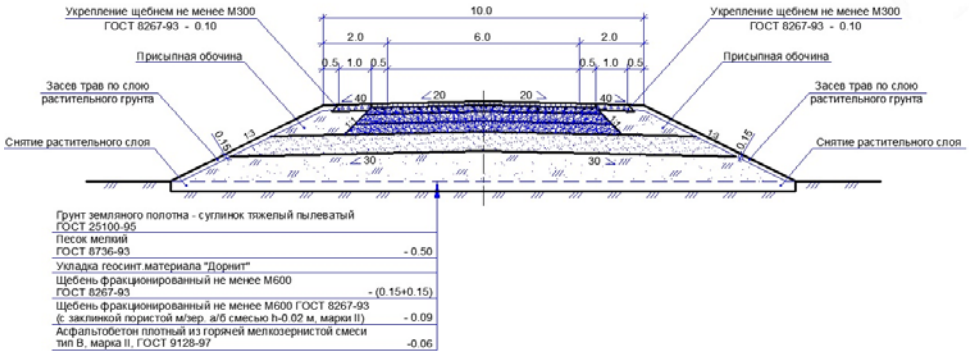


Рис. 1. Схема устройства слоя основания из щебня, расклинцованного асфальтогранулятом, толщиной 9 см

Исследования в области повторного использования дорожных строительных материалов показывают, что материал старого дорожного покрытия можно восстановить. Материал, который отработал свой нормативный срок, можно разными способами регенерировать и повторно использовать, это подтверждено в работах Г. К. Сюньи, Г. С. Бахраха и других исследователей [1–3]. В настоящее время в зависимости от поврежденной площади покрытия назначают различные способы регенерации асфальтобетона [1,2,3]: – выравнивание при нагревании асфальтобетонного покрытия со срезкой неровностей, засыпкой выбоин смесью, планировкой и уплотнением взрыхленного слоя катками; – выравнивание при нагревании асфальтобетонного покрытия с добавлением новой смеси. Дробление минеральных частиц приводит к изменению их гранулометрического состава. В работах Г. С. Бахраха, Т. К. Сюньи, Л. Б. Гезенцвея и других исследователей установлено, что гранулометрический состав фрезерованного асфальтобетона зависит от прочности щебня и скорости фрезерования [1, 2, 3].

Из асфальтогранулята с добавлением минерального вяжущего, битумной эмульсии или битумной эмульсии совместно с цементом, а при необходимости с добавкой нового скелетного материала (в основном щебня) получают асфальтогранулобетонную смесь. После ее распределения и уплотнения в конструктивном слое она превращается в слой дорожного покрытия. [6,7]

В зависимости от пропорционального использования асфальтогранулята, где он составляет 60% и более от массы и органоминеральные смеси, содержание которого колеблется от менее 60%, свойство данной смеси считается плотной и удобоукладываемой.

На основании вышеизложенного, при подборе состава влажных органоминеральных и бетонных смесей важно определить процентное содержание асфальтогранулята в минеральном состава, который необходим для повышения качества дорожного покрытия.

Для дальнейшего рассмотрения, нужно подобрать необходимый процент состава смеси для асфальтогранулята, чтобы считать данную смесь асфальтогранулобетонной или органоминеральной, которая предпочтительней для Волгоградской области.

Библиографический список:

1. Бахрах, Г. С. Свойства асфальтогранулобетона (АГБ) – продукта холодной регенерации дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием / Г. С. Бахрах // Автомобильные дороги : научно-технический информационный сборник. – 1999. – Вып. 12. – 32 с

2. Сюньи, Г. К. Регенерированный дорожный асфальтобетон / Г. К. Сюньи, К. Х. Усманов, Э. С. Файнберг ; под редакцией Г. К. Сюньи. – Москва: Транспорт, 1984. – 118 с.

3. Горелышев, Н. В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н. В. Горелышев. – Можайск : Можайск-Терра, 1995. – 175 с. – ISBN: 5-7542-0008-0

4. ОД 218.2.034-2013. Методические рекомендации по приготовлению и применению асфальтобетонной смеси с использованием переработанного асфальтобетона : отраслевой дорожный методический документ : внесен Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства : издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 10.04.2013 № 463-р : введен впервые / разработан ООО «Инновационный технический центр». – Москва : Федеральное дорожное агентство «Росавтодор», 2013. – 37 с

5. СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги»: введен 2013-07-01: утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2021 г.№272 и введен в действие с 1 июля 2013г.

6. Рвачева, Э. М. Устройство поверхностной обработки с использованием эмульсионно-минеральных смесей литой консистенции НТОИС. — М.: Информавтодор, 2000. — № 4. — С. 28—34.

7. Резванцев, В. И. Применение битумных эмульсий в Воронежской области / В. И. Резванцев // Автомобильные дороги. — 1969. — № 1. — С. 8—10.

Shugaykina L.A. *Asphaltogranulate as a component for creating new building material*

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УДК 656.183

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ДВИЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ Г. ВОЛГОГРАДА

Ашуров Р.А. (гр. АТ-1Н), Исмайлов Э. (гр. АТ-414), Шарантаев А.Г. (гр. АТ-2Н)

Научный руководитель – ст. преподаватель Сильченков Д.Д.

Волгоградский государственный технический университет

Ограниченность развития улично-дорожной сети крупных городов, быстрая автомобилизация, в частности в городах с плотной застройкой привели к поиску новых возможностей для борьбы с транспортными заторами и высокой загазованностью, реализация свежих идей по созданию комфортной городской среды, указав в приоритете

высокую мобильность населения. В данных условиях одним из решением является развитие различных видов транспорта, например, велосипедного. Он имеет свои преимущества и недостатки. В данной приведен анализ современного состояния велосипедного движения в центральной части г. Волгограда.

The limited development of the road network in large cities, fast auto-mobilization, in particular in densely built-up cities, led to the search for new opportunities to combat traffic congestion and high gas pollution, the implementation of fresh ideas to create a comfortable urban environment, indicating a high priority. population mobility. In these conditions, one of the solutions is the development of various types of transport, for example, cycling. It has its own advantages and disadvantages. This article provides an analysis of the current state of cycling in the central part of Volgograd.

Развитие велосипедного движения позволяет достичь следующие положительные моменты в жизни горожан:

1. разгрузить улицы города, уменьшив количество людей, пользующихся личным и общественным транспортом;
2. снизить уровень аварийности;
3. уменьшить негативное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду;
4. повысить здоровый образ жизни у населения.

Поэтому анализ современного состояния и предложения по совершенствованию велосипедного движения являются актуальными задачами.

В большинстве европейских стран велосипедное движения развивается быстрее автомобильного транспорта. Например, в Нидерландах доля велосипедного движения по стране приблизилась к 30%. В Германии была создана большая сеть велосипедных дорожек, называемая D-Netz, состоящая из 12 межрегиональных велосипедных дорог дальнего следования общей длиной 10200 км [1].

Применение велосипедов позволяет эффективно получать доходы в бюджеты городов. В некоторых из городов, получение прибыли, связанных с туристическим бизнесом достигает годового оборота в 5 миллиардов евро.

В 2003 году правительство Германии приняла проект по поддержке велосипедного движения. Проект включал в себя строительство новых и обновление имеющихся велосипедных дорожек, объявление некоторых дорог для использования только велосипедистами, нанесение разметок на дорогах, сооружение велосипедных парковок и т.д. На сегодня в Берлине функционирует около 600 км велосипедных дорожек [1].

В результате проделанных мероприятий увеличилась доля велосипедного движения в общем объеме общественного транспорта с 10% (в 1998%) до 14% (в 2012 году). А к 2025 году планируется увеличить долю до 16 %. По имеющейся статистике, в Германии, каждая пятая поездка совершается на велосипедах, а общее количество поездок на велосипедах больше одного миллиона в день. Существенного положительного эффекта по внедрению выделенных полос для велосипедистов добились Нидерланды. Согласно статистике, на 16 миллионов голландцев приходится

18 миллионов велосипедов. Около половины населения Нидерландов совершает поездки ежедневно. Среднее расстояние, которое преодолевал человек в день, в 2006 году равнялось 2,5 км. Велосипед используется в четверти всех совершаемых поездок. В результате безопасность на дорогах Нидерландов одна из лучших в Европейских странах. За один год на дорогах страны гибнет 45 человек на миллион жителей.

Что касается нашей страны в Москве властями оценивается велосипедное движение на уровне 0,01% от населения города. На 2017 год насчитывалось 773 км велодорожек и велополос в городе. 2 миллиона 400 тысяч поездок совершено за сезон 2017 г на городском велопрокате. В Нью-Йорке доля выше, чем в Москве – примерно 0,3%. Сегодня в Нью-Йорке примерно 20-22 тысячи велосипедистов ежедневно совершает поездки на Манхэттен.

Каково же состояние велосипедной инфраструктуры в г. Волгоград?

В таблице 1 приведем характеристики существующих велосипедных маршрутов в центральном районе г. Волгограда.

Таблица 1

Существующие велосипедные маршруты в Центральном районе г. Волгограда

№	Расположение	Тип	Длина, км	Интенсивность движения велосипедистов чел/час
1	На пр. им В. И. Ленина от ул. Краснознаменская до ул. Пражская	Велосипедная полоса	3 (в одну сторону)	До 50
2	На нулевой продольной	Велосипедная дорожка	1,3	До 100
3	Около музея «Россия – моя история»	Велосипедная дорожка	0,2	До 150
4	Вдоль верхней террасы набережной	Велопешеходная дорожка	3	До 300
5	На ул. Мира	Велосипедная полоса	0,4	До 50

Для количественной оценки безопасности и качества велоинфраструктуры на определённом веломаршруте предлагается использовать методику, описанную в «Стандартах дизайна велоинфраструктуры в Лондоне» [2]. В данной методике используется показатель «Велосипедный уровень обслуживания» (анг. Cycling Level of Service, CLoS), который был разработан с целью установления количественной оценки безопасности и качества функционирования велоинфраструктуры. Он полезен при обсуждении альтернативных вариантов дизайна, а также для обоснования мер по поэтапному усовершенствованию велоинфраструктуры. CLoS основан на шести критериях качества дизайна велоинфраструктуры:

1. Безопасность и защищённость.
2. Прямолинейность.
3. Удобство и комфорт.
4. Целостность и непротиворечивость.
5. Привлекательность.
6. Способность к адаптации.

Затем каждый критерий конкретизируется при помощи нескольких факторов, суммарное количество которых для всех критериев составляет 34.

CLoS фокусируется на факторах, которые побуждают новых велосипедистов переключать свои поездки с других видов транспорта на велосипед и поддерживать этот модальный сдвиг в течение длительного времени.

На следующем уровне детализации представлены показатели (индикаторы), которые могут использоваться для количественной оценки или измерения производительности по каждому фактору. Например, критерий «безопасность и защищённость» содержит три фактора: «риск столкновения», «чувство безопасности» и «социальную безопасность», каждый из которых описывается при помощи четырёх показателей.

Каждый показатель имеет набор описаний, позволяющий оценить его по трёхбалльной шкале – 0, 1 или 2. Нулевые баллы следует рассматривать как не соответствующие минимально допустимому качеству для программ и проектов по развитию велодвижения. Нулевые оценки, как правило, должны быть сигналом для изучения того, окажет ли этот показатель отрицательное влияние на развитие велодвижения. Некоторые показатели имеют ранг «критических», чтобы выделить обстоятельства, вызывающие особую озабоченность. Чтобы обеспечить бóльший вес в системе подсчёта очков, оценки 0, 1 или 2 для критических показателей умножаются на повышающий коэффициент 3. Таким образом, наивысшее количество баллов, которое может набрать веломаршрут, составляет 100 баллов.

Веломаршруты, набравшие менее 50 баллов, следует классифицировать как низкокачественные, пригодные только для очень опытных велосипедистов. Веломаршруты, набравшие от 50 до 80 баллов, имеют среднее качество, они пригодны для большинства «среднестатистических» велосипедистов. Веломаршруты, набравшие более 80 баллов, следует рассматривать как высококачественные, пригодные для велосипедистов всех возрастов и квалификации.

Оценим по описанной выше методике велосипедные маршруты по пр. им. В. И. Ленина и вдоль верхней террасы набережной. Составим расчетную таблицу 2.

Таблица 2

Расчетная таблица качества велосипедных маршрутов

Показатель	Веломаршрут по пр. им В. И. Ленина	Веломаршрут вдоль верхней террасы набережной

1. Левое/правое примыкание на перекрестках	0	6
2. Боковые или фронтальные столкновения	0	2
3. Тротуарная активность или столкновение с открывающейся дверью припаркованных автомобилей	0	2
4. Другое ТС не уступает дорогу или не подчиняется сигналам	1	1
5. Отделение от автомобильного потока	0	2
6. Ограничение скорости автомобилей (при движении велосипедистов по проезжей части	0	6
7. Интенсивность автомобильного трафика (при движении велосипедистов по проезжей части)	0	6
8. Взаимодействие с грузовым транспортом	6	6
9. Риск/боязнь преступности	2	2
10. Освещение	2	2
11. Изоляция	1	1
12. Влияние дизайна на поведение	1	1
13. Способность поддерживать набранную скорость на перегонах	1	2
14. Задержки велосипедистов на перекрёстках	1	2
15. Затраты времени велосипедиста по сравнению с автомобилистом (при хорошей погоде)	1	2
16. Фактор извилистости маршрута – отношение разности расстояний по маршруту и по прямой к расстоянию по прямой	2	2
17. Возможность безопасного въезда на маршрут и съезда с маршрута	1	1
18. Плотность других веломаршрутов	0	0
19. Оборудование маршрутов знаками и разметкой	2	0
20. Дефекты: неприспособленные для велосипедного движения металлоконструкции, открытые канализационные люки, выбоины	6	6
21. Конструкция дорожной одежды	2	2

Продолжение таблицы 2

Показатель	Веломаршрут по пр. им В. И. Ленина	Веломаршрут вдоль верхней террасы набережной
22. Свободный интервал до прилегающей полосы в случае первичной ездовой позиции; интенсивность и скорость транспортного потока в случае вторичной ездовой позиции	0	0
23. Величина уклона на 100 метров в процентах	2	2
24. Сужение полосы движения, вызванное горизонтальными отклонителями	0	2
25. Вертикальные отклонения	2	2
26. Уровень комфорта пешеходов (PCL)	2	0

27. «Зеленые» технологии или экологичные материалы, внедренные в дизайн	0	0
28. Концентрация PM_{10} и NO_x	1	2
29. Уровень транспортного шума	1	2
30. Количество знаков и разметки, необходимых для работоспособности системы	2	2
31. Доступность защищенных велопарковок на/вне улиц	2	2
32. Удобный переход между разными видами транспорта или непрерывность веломаршрута в местах стыковки разных видов транспорта	0	0
33. Инфраструктура может быть расширена	1	2
34. Маршрут соответствует прогнозируемому спросу и имеет резерв, заложенный в проект	2	2
Итого	44	72

Согласно рекомендациям веломаршрут по пр. им В. И. Ленина относится к категории низкокачественным, пригодный для движения для опытных велосипедистов, так как он располагается на проезжей части пр. им. В. И. Ленина, по которому осуществляется высокая интенсивность дорожного движения, потому что пр. им. В. И. Ленина является магистральной улицей общегородского значения регулируемого движения, соединяющий почти все районы г. Волгограда.

Веломаршрут вдоль верхней террасы набережной имеет среднее качество, подходит для «среднестатистических» велосипедистов, так как находится в парковой зоне, с несколькими пересечениями автомобильных улиц.

Предложения по совершенствованию велосипедного движения:

- для популяризации велосипедного движения необходимо проводить в средствах массовой информации пропаганду велосипедного движения;
- развивать велосипедную инфраструктуру: велопарковки, места аренды велосипедов, подкачки шин и т.д.
- организовывать велосипедные маршруты парковых зонах, вокруг крупных торгово-развлекательных центров;

На рисунке 1 показан предлагаемый велосипедный маршрут туристической направленности. Длина маршрута – 2,1 км, по типу – велодорожка шириной 2,5 м.

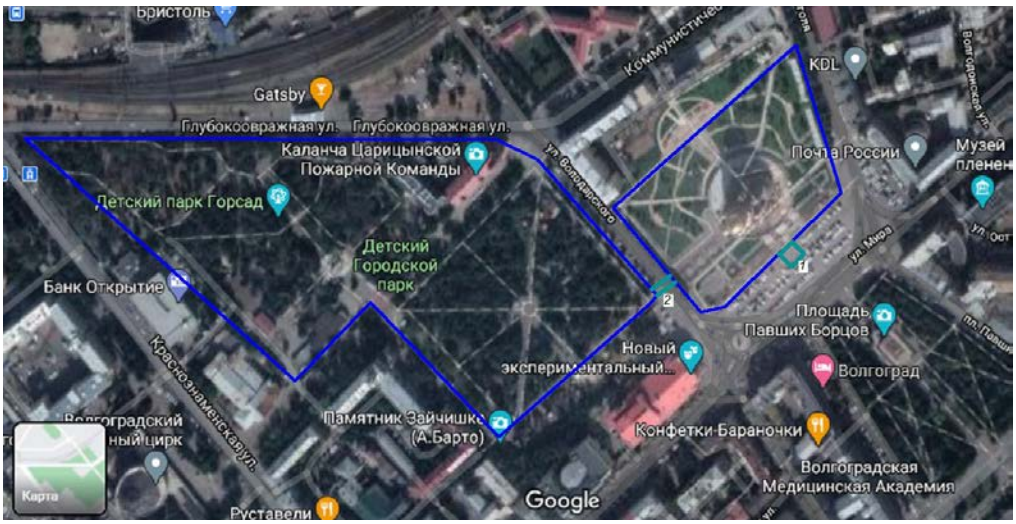


Рис. 1. Предлагаемый туристический веломаршрут.
1 – пункт аренды велосипедов и подкачки шин, 2 – пешеходный переход с кнопкой вызова.

Оценим по описанной по методике, описанной в «Стандартах дизайна велоинфраструктуры в Лондоне», предлагаемый велосипедный маршрут.

Предлагаемый маршрут по методике набирает 74 бала. Следовательно, он будет таким же привлекательным, как и на верхней террасе набережной.

Библиографический список:

1. Зеленый портал: природа и экология Беларуси. Велосипедный мир: примеры успешного развития велотранспорта. [Электронный ресурс] URL: https://greenbelarus.info/articles/14-06-2016/velosipednyy-mir-primery-uspeshnogo-razvitiya-velotransporta (дата обращения 12.04.2021).

2. The London Cycling Design Standards (LCDS). Published by Transport for London. – 2014.

3. Шелмаков С.В , Галышев А.Б. Оценка эффективности безопасности и качества велосипедного и пешеходного маршрута. М. МАДИ, 2019. 61 с.

Ashurov R.A., Ismailov E., Sharantaev A.G. *Analysis and perspectives of cycling development in the central district of Volgograd*

УДК 629.067

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Бондаренко А.И. (гр. ТЭРА-2Н)

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

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматриваются особенности и принципы разработки и использования учебно-методического комплекса по изучению систем активной безопасности автомобиля в подготовке современных специалистов в ВУЗе. Раскрыты требования к содержанию и структуре таких комплексов. Предложена схема ЭУМК. На примере системы ЭИОС ВолгГТУ 2.0 рассмотрено использование ЭУМК в автоматизированном процессе обучения.

The article discusses the features and principles of the development and use of an educational and methodological complex for the study of active vehicle safety systems in the training of modern specialists at a university. The requirements for the content and structure of such complexes are disclosed. The scheme of teaching materials is proposed. Using the EIOS system of VolgSTU 2.0 as an example, the use of teaching materials in the automated learning process is considered.

Введение

Способ модернизировать процесс обучения при помощи специально подготовленных ЭУМК мотивирован рядом обстоятельств при проведении исследований и изучения систем активной безопасности автомобиля в университетах, поэтому разработка учебно-методического комплекса является очень важной задачей и имеет высокую степень актуальности.

Разработка и использование учебно-методических комплексов в учебном и исследовательском процессе направлено на повышение эффективности обучения. Это способствует внедрению прогрессивных методов, форм, средств обучения, оптимизации учебного процесса на основе комплексного, системного и целостного подхода к каждому моменту учебного процесса, к любому виду деятельности преподавателя и студента.

Цель и задачи разработки ЭУМК

Создание ЭУМК предназначено для выполнения требований Государственного образовательного стандарта к подготовке выпускников ВУЗов по специальности и предназначено для:

- оказания методической помощи преподавателям при проведении и подготовке учебных занятий;
- планирования и оценки исследований по изучению систем активной безопасности автомобиля;
- организации деятельности по дистанционному и самостоятельному изучению учащимися систем активной безопасности автомобиля.

Создание комплекса обусловлено важностью и высокой актуальностью темы исследования, которая определяется необходимостью обеспечения качества учебных занятий и исследований, а также отсутствием учебно-методических комплексов по их организации и проведению.

Структура электронного учебно-методического комплекса

Рекомендуемый состав учебно-методических комплексов определяется во многих нормативных документах. Но не менее важно установить требования к форме и содержанию

Разработанный электронный учебно-методический комплекс по изучению систем активной безопасности включает в себя:

- разработанные теоретический и практический курсы;
- блок нормативных документов;
- методические рекомендации по изучению дисциплины;
- глоссарий;
- список рекомендованной литературы и интернет-источников;

- инструкции пользователю;
- электронную форму контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

Разработанный теоретический курс содержит в себе курс лекций, организационно методические указания, презентационные материалы, демонстрационные видеоролики, контрольные вопросы к каждому модулю. В нём предусмотрена возможность организации оперативного перехода в любые модули комплекса благодаря наличию гиперссылок.

К практическому блоку относятся разработанный банк тестовых заданий, используемый в комплексе с компьютерной системой проверки результатов, система контроля знаний, прикладные материалы, используемые в ЭУМК (таблицы, схемы, графики, и т.д.).

Глоссарий включает в себя расположенные в алфавитном порядке термины и их определения, а также ссылки на модули комплекса, в которых объясняется их значение.

Блок нормативных документов и методические рекомендации содержат программу курса и методику его освоения.

В списке рекомендованной литературы указаны ссылки на электронные ресурсы, библиографические описания пособий и учебников, литературу, рекомендованную для дополнительного изучения курса.

На основе результатов разработки ЭУМК предложена следующая структура комплекса, представленная на рис.1.

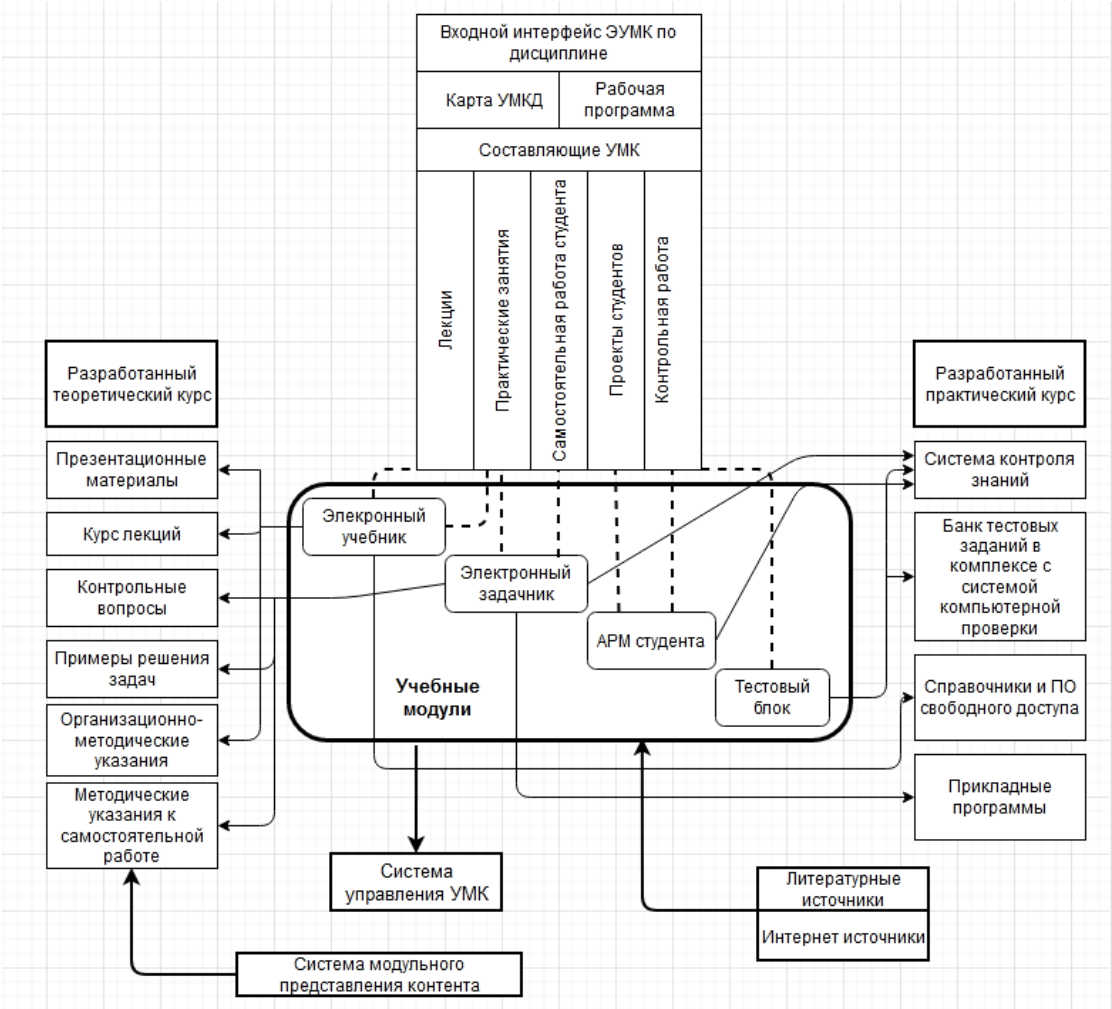


Рис. 1. Структура разработанного ЭУМК

Электронный учебно-методический комплекс как ресурс образовательной среды ВУЗа

С целью работы с большим объёмом информационного контента, представленного в ЭУМК, становится необходимой цепочка взаимосвязанных интерфейсов, представленных единой структурой на основе имеющейся электронной образовательной среды ВУЗа. Данная структура, приведённая на рис. 2 включает в себя такие интерфейсы, как:

- интерфейс программной среды – обеспечивает доступ пользователя к компонентам ЭУМК;
- интерфейс справочных указаний и источников – обеспечивает поиск необходимой информации в ЭУМК;
- интерфейс образовательного контента – предоставляет пользователю доступ к материалам ЭУМК.
- интерфейс учебного процесса – обеспечивает доступ к образовательному контенту ЭУМК таким образом, чтобы пользователь имел доступ как к отдельному изучению любого образовательного модуля (блока), так и к работе на уровне всех компонентов комплекса;
- интерфейс системы модульного предоставления контента – формирует на основе ЭУМК модульную структуру его наполнения;

- интерфейс методических указаний – содержит в себе необходимые методические указания, ссылки на элементы ЭУМК, другие образовательные ресурсы и источники;
- интерфейс системы контроля знаний – открывает доступ к итоговому и промежуточному контролю в системе путём тестирования;
- интерфейс системы компьютерной проверки и банк тестовых заданий – содержит в себе разработанные тестовые задания после каждого отдельного модуля, определяющие освоение изложенного материала.

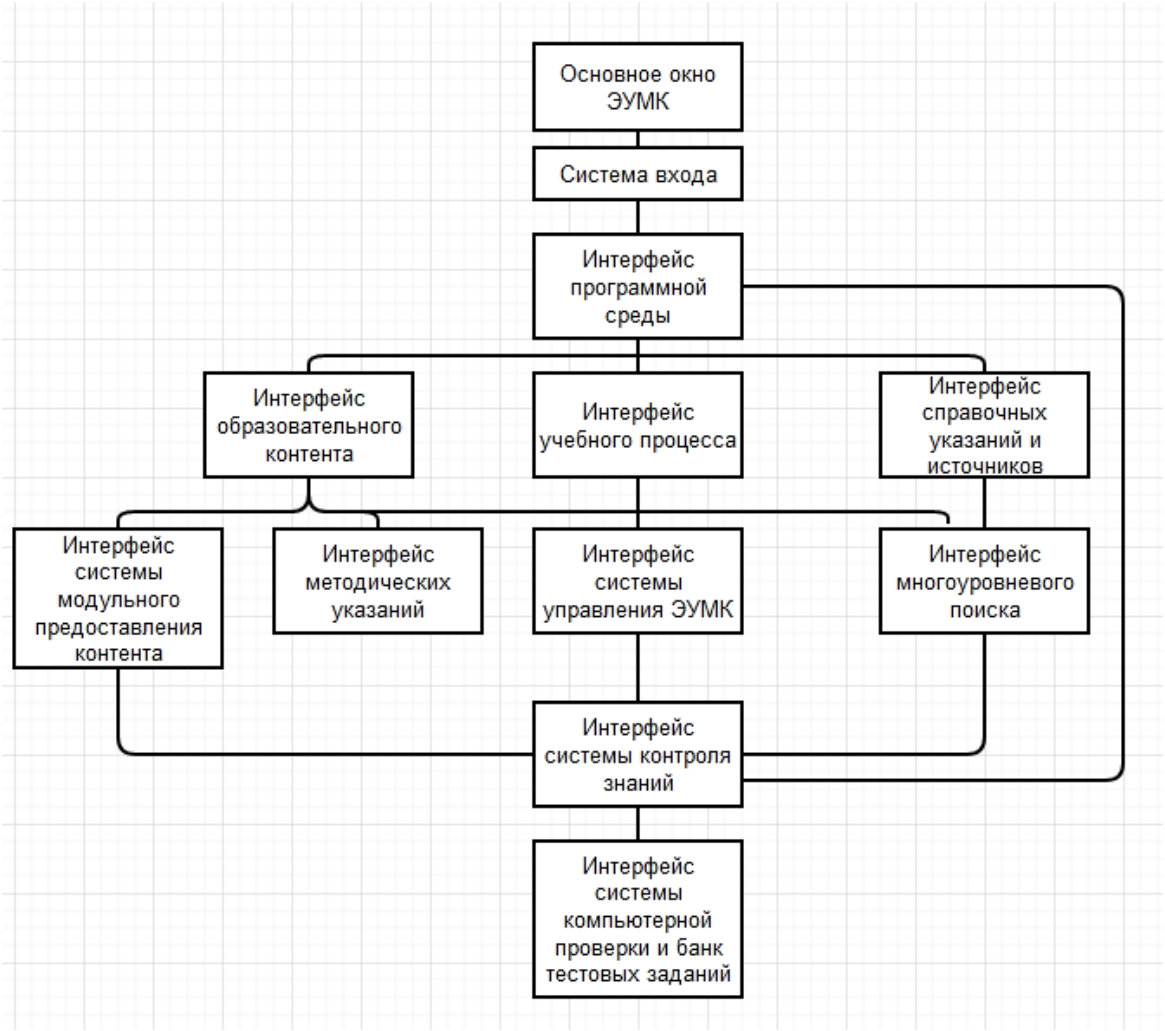


Рис. 2. Структура основных интерфейсов разработанного электронного учебно-методического комплекса

ЭУМК содержит компьютерную тестирующую программу – банк разработанных тестовых заданий в комплексе с компьютерной системой проверки. В конце каждого изученного блока студенту предстоит пройти контрольный тест, состоящий из десяти заданий. Неверные ответы сопровождаются пояснениями и ссылками на элементы УМК и комментарии, в которых изложена необходимая информация. Наличие электронного журнала, в котором хранятся результаты тестирования, позволяет оперативно обрабатывать результаты самостоятельной работы

студентов. Преподаватель имеет возможность легко контролировать учебный процесс и определять степень освоения каждой темы.

Разработанный ЭУМК реализован в программной оболочке Электронной информационной образовательной среды ВолгГТУ 2.0, и будет внедрён в учебный процесс кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей Волгоградского государственного технического университета. Его использование позволит увеличить эффективность образовательного процесса, обеспечить адаптивность и индивидуальность обучения на более высоком уровне, увеличить доступность обучения, а также становится возможным дистанционный процесс обучения. Соблюдение требований прочности усвоения знаний, а также единства образовательных, развивающих и воспитательных функций обучения реализовывается в разработанном ЭУМК на более высоком уровне, поскольку благодаря использованию электронных технологий обучения появляется возможность доступа к мировым информационным ресурсам, а также более качественному и динамичному восприятию информации. Благодаря модульной структуре в ЭУМК соблюдается систематичность и последовательность представления учебного материала.

Учитывая возможность применения различных технологий электронного обучения (электронный мониторинг знаний, online лекции, вебинары и т.д.) и форм организаций учебного процесса, разработанный ЭУМК может быть дополнен электронными учебными материалами (электронные учебные курсы, практикумы, лабораторные работы и т.д.), электронными справочными материалами (взаимодействие с базами данных, электронными словарями, геоинформационными системами), а также интегрирован в различные программные комплексы и образовательные сайты.

Библиографический список:

1. Дмитриев В.М. Принципы построения и реализации автоматизированного учебно-методического комплекса по техническим дисциплинам / В.М. Дмитриев, Т. В. Ганджа, В.В. Ганджа // Доклады ТУСУР. – 2010 – Т.22, №2. – С. 266-270.

2. Дмитриев В.М. Структура автоматического УМК по техническим дисциплинам / В.М. Дмитриев, И.В. Дмитриев // Вестник РУДН. - 2010 - №4. - С. 59-66.

3. Дмитриев В.М. Принципы проектирования автоматизированного УМК / В.М. Дмитриев, И.В. Дмитриев, В.М. Ушаков, А.В. Шутенков // Вестник ТГПУ. – 2002 –Т.30, №2. – С.69-73.

4. Осадчая Е.П., Осадчий В.В. Опыт внедрения автоматизированных учебно-методических комплексов в учебный процесс вуза / Открытое образование. – 2014 - 5(106). – С. 68-73.

Bondarenko A.I. *Electronic educational-methodical complex for training specialists*

УДК 625.855.3-033.37

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ В МЕСТАХ СТИХИЙНЫХ ОСТАНОВОК МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Ботин С.О. (гр. СМ-3-19)

Научный руководитель – канд. тех. наук., доцент, Артемова С. Г.

Волгоградский государственный технический университет

Целью данной статьи является рассмотрение процесса разработки оптимальных и актуальных методов и принципов разрешения конфликтных ситуаций, возникающих в процессе взаимодействия транспортных и пешеходных потоков с остановочными пунктами, имеющие стихийных характер формирования и соответствующие повышению безопасности участников дорожного движения.

The purpose of this article is to consider the process of developing optimal and relevant methods and principles for resolving conflict situations that arise in the process of interaction of transport and pedestrian flows with stopping points, which have a spontaneous nature of formation and correspond to an increase in the safety of road users.

Под развитием населенных пунктов подразумевается создание новых крупных промышленных зон, жилых массивов и объектов отдыха с учетом уже созданной и перегруженной транспортной сети. Существующая транспортная инфраструктура во многих крупных населенных городов часто не справляется с увеличением автомобильного и пассажирского движения.

В частности, ранее разработанная транспортная сеть в крупных мегаполисах не выполняет поставленных задач. Многие существующие автобусные остановки и узлы не включены в зону актуального формирования современного пассажиропотока [2]. В этом контексте остановки городского пассажирского транспорта начинают формироваться стихийно, что неизбежно означает возникновение аварийной ситуации.

В общем представлении транспортная сеть города должна отвечать следующим требованиям:

— обеспечивать удобные пассажирские связи по кратчайшим направлениям между местом жилья и районами приложения труда и учебы, объектами культурно-бытового назначения, центром города и центрами районов;

— обеспечивать удобные пассажирские связи объектов внешнего транспортного узла с жилыми районами и центром города;

— транспортные линии должны проходить по направлению главных пассажиропотоков;

— длина транспортных линий должна находиться в соответствии с общей площадью города и числом транспортных средств, курсирующих на сети;

— длина транспортной сети должна быть минимальной при условии максимального обслуживания территории города;

— обеспечивать пропуск ожидаемого числа транспортных средств;

— обеспечивать необходимые скорости сообщения, гарантирующие нормативные затраты времени на передвижение.

В свою очередь, городско-массовая пассажирская транспортная система должна обеспечить функциональную целостность и объединить все основные структурные элементы городской территории с учетом перспектив развития города и региона.

Разработка плана организации транспортных услуг среди населения требует обеспечения скорости, комфорта и безопасности движения постоянных и временных жителей города, а также каждодневных мигрантов в системе расселения [1].

Если плотность слишком высока, конвергенция подходов уменьшается, но время ожидания автомобилей увеличивается за счет перераспределения подвижного состава на большую длину сети, что увеличивает капитальные вложения в строительство дорог [3]. Ежели плотность сети слишком низкая, расстояние до транспортных линий увеличивается, но время ожидания для автомобилей уменьшается.

Учитывая вышесказанное, маршрутная система должна отвечать следующим требованиям:

— соответствовать направлению основных пассажиропотоков;

— соединять районы проживания с основными объектами тяготения и с центром города, по возможности, по кратчайшим направлениям;

— способствовать беспересадочной связи района проживания со всеми основными фокусами тяготения населения;

— обеспечивать наименьшую пересадочность сообщений, основные фокусы тяготения должны иметь беспересадочную связь с центром города, объектами внешнего транспортного узла и, по возможности, между собой;

— конечные пункты маршрутов должны размещаться, как правило, вне центральной зоны города, где затруднительно выделить необходимые свободные площади для разворота и отстоя транспорта;

— при наличии в городе двух и более видов транспорта маршрутная система должна быть координированной, обеспечивающей удобные пересадки с одного вида транспорта на другой;

— кольцевые маршруты городского транспорта рекомендуется проектировать в городах с населением свыше 500 тыс. жителей.

В деятельностях отечественных исследователи также отмечается, что проблемы с управлением трафиком связаны с ростом темпов автомобилизации. В частности, следует отметить, что, когда скорость автомобилизации достигает 370 авт./1000 человек, выявляется спираль автомобильной зависимости, которая является циклическим воспроизведением проблемы крупных городов и их транспортной системы на более высокий уровень, чем предыдущая спираль. Кроме того,

качественное изменение затрудняет организация дорожного движения, сравнивается с количественным увеличением автомобилей [4].

На основе внутреннего и внешнего литературного анализа для решения проблемы организации движения в городах можно выделить три основных подхода: дорожное строительство, организационное и административное, а также комплексные подход к интеллектуальному внедрению транспортных систем [7]. В частности, для решения проблем безопасности дорожного движения рекомендуется проанализировать технологические показатели управления дорожным движением. Эти показатели позволят оценить существующую ситуацию в транспортной сети.

Чтобы сделать полную оценку влияния транспортных потоков на местах стихийных остановок пассажирского транспорта, необходимо детально изучить принципы формирования транспортных потоков и механизм их функционирования [5].

Подходя к вопросу моделирования транспортных потоков, стоит отметить, что они имеют ряд функций, которые затрудняют их формализацию.

Во-первых, это стохастичность транспортных потоков – их свойства позволяют прогнозировать только с определенной вероятностью. Поток трафика перемещается по транспортной сети, которая также имеет ряд функций, которые позволяют более или менее строгое описание и не фиксируются.

Во-вторых, это нестационарность транспортных потоков, с колебаниями их свойств, не мене трех циклов: ежедневных, недельных и сезонных.

В-третьих, это не полное регулирование, суть которой заключается в том, что эти требования являются неотъемлемыми, даже, если они содержат полную информацию для информирования водителя о необходимых мерах. Решения проложение маршрута или характере движения принимались водителем со значительными субъективными факторами.

В-четвёртых, особенностью дорожного движения как объекта управления является сложность и даже невозможность замера даже основных характеристик, определяющих качество управления. Поэтому оценка интенсивности движения требует либо наличия датчиков потока движения во всех направлениях движения, либо использование данных с высоты птичьего полета, либо ручного трудоемкого исследования.

В-пятых, совершенно невозможно привести масштабные эксперименты по управлению дорожным движением. Этот недостаток зависит, во-первых, от необходимости обеспечения безопасности дорожного движения, во-вторых, от стоимости материальных и трудовыми затратами для работы эксперимента, в-третьих, от того, что некоторые серьезные изменения в системе комплекса дорог, которые влияют на организацию движения, затрагивают интересы большого числа лиц, пользователей дорог.

Рассматривая формирование пешеходных потоков, необходимо уделить внимание потребностям, которые должны быть обеспечены при

проектировании пешеходных пространств. Также необходимо изучить механизм взаимодействия не только между пешеходами, но и в отношении человек – водитель. Данный раздел является неотъемлемой частью исследования, поскольку на формирование стихийных мест остановок общественного транспорта ключевое влияние оказывают пешеходы и пассажиры.

При принятии решения необходимо учитывать, что пешеходы в рамках современного развития городов являются приоритетной группой пользователей городской среды и качество пространства для пешеходов помогает создать положительное впечатление на действиях властей.

Качество пешеходной зоны является инструментом оценки и корректировки градостроительной политики, поскольку она напрямую влияет на качество жизни населения. В зависимости от определения целей мониторинга решается ряд технико-экономических обоснований и показателей. В частности, важным показателем является коэффициент значимости передвижения пешеходов.

Комплексная оценка соответствия пешеходного пути требованиям движения должна производиться на основе обследования пешеходных потоков и анализа дорожно-транспортных происшествий [6].

Обследование пешеходного движения является составной частью общего обследования городского движения и предусматривает натурное определение основных параметров пешеходных потоков и пешеходных путей сообщения, а также анализ дорожно-транспортных происшествий с пешеходами.

В процессе взаимодействия транспортных потоков, транспортных и пешеходных потоков неизменно возникают конфликтные и аварийные ситуации, требующие оперативного вмешательства. Одной из целей проведения исследования является разрешение одного из видов возникающих конфликтных ситуаций, путем предлагаемого законного процесса включения стихийных мест остановок общественного транспорта в транспортную сеть и маршрутную систему города.

В настоящее время динамично развивающаяся улично – дорожная инфраструктура крупных городов требует разработки актуальных исовременных мероприятий по обеспечению и повышению безопасности дорожного движения. Недостаточная изученность закономерностей распределения автомобильных потоков в городах не позволила найти быстродействующие меры повышения пропускной способности городских дорог и улиц. В результате происходит снижение скорости и безопасности дорожного движения, увеличение транспортных расходов и потерь времени пассажирами, снижение производительности работы автомобильного парка.

Цель написания данной статьи актуальна и востребована на сегодняшний день и преследует цель привлечения внимания научной общественности.

Библиографический список:

1. Хегай, Ю. А. Проблемы автомобильного транспорта в России [Электронный ресурс] / Ю. А. Хегай // Теория и практика общественного развития. – 2014. - № 8. – С. 122-125.;
2. Свод правил СП 42.13330.2011. Актуализированная редакция СН иП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Минрегион России. М.: ОАО «ЦПП », 2011.105с;
3. Методические указания по проектированию сетей общественного транспорта, улиц и дорог. Вып. 1. М.: ЦНИИПГ Градостроительства, 1968. 125 с.;
4. Бражник, А. А. Анализ влияния дорожных факторов и информационных характеристик на величину пропускной способности автомобильных дорог / А.А. Бражник // Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. Вестник ХНАДУ. – 2009. – № 47. – С. 23-28.;
5. Овечников, Е.В. Городской транспорт / Е.В. Овечников, М.С. Фишельсон. – М.: Высшая школа, 1976. – 352 с.;
6. Жданов, В.Л. Организация и безопасность дорожного движения / В. Л. Жданов, Е. А. Григорьева. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 309 с.;
7. Highway Capacity Manual 2010. Vol. 1, №3. // Transportation research board, National research council. – Washington, DC, 2010. – 1650 p.

Botin S.O. *The impact of traffic and pedestrian flows in places of spontaneous stops of route transport on traffic safety*

УДК 658.788.5(470+520)+338.48

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТУРИСТИЧЕСКОГО ОБМЕНА РОССИИ И ЯПОНИИ

Гриценко И.С. (гр. АТ-317)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Куликов А.В.

Волгоградский государственный технический университет

Российские туристы активно путешествуют в зарубежные страны для изучения культурных ценностей и традиций народов. Без внимания не остаётся и Япония - страна восходящего солнца. Япония славится своими красотами природы, как и в России есть множество мест, которые могли бы заинтересовать иностранных туристов. Туристический поток из России в Японию на конец января и начало февраля 2020 г. увеличился в объёмах на 26,7 % по сравнению с предыдущим годом. По данным Ассоциации туроператоров России (АТОР) количество туристов составило 15 тыс. чел. [1]. Можно отметить, что транспортная логистика – один из главных факторов, от которых зависит успех пассажирских маршрутов Россия-Япония и наращивание туристических потоков в оба направления.

Russian tourists actively travel to foreign countries to study the cultural values and traditions of the peoples. Japan, the land of the rising sun, is not left without attention. Japan is famous for its natural beauty, as in Russia there are many places that could be of interest to foreign tourists. The tourist flow from Russia to Japan at the end of January and beginning of February 2020 increased by 26.7 % compared to the previous year. According to the Association of Tour Operators of Russia (ATOR), the number of tourists was 15 thousand people [1]. It can be noted that transport logistics is one of the main factors that determine the success of the Russia-Japan passenger routes and the increase in tourist flows in both directions.

В ходе рабочего визита президента РФ В.В. Путина в Японию подготовлены соответствующие российско-японские документы, подтверждающие развитие программ по совместным действиям в области туризма на период 2020-2023 гг. Программа будет работать между Ростуризмом и Японским агентством по туризму. Японский премьер-министр Синдзо Абэ заявил, что Япония и Россия намерены к 2023 г. в два раза увеличить совместный туристический поток и довести его до уровня 400 тыс. чел. в год. Увеличение турпотока с обеих сторон дает позитивные перспективы развития дальнейших дружественных отношений. Транспортным логистам необходимо разработать эффективные и привлекательные концепции для туристов двух стран [2, 3].

Целью работы является изучение путей эффективной организации туристического обмена между Японией и России.

Задачи исследования: рассмотреть транспортно-логистические системы организации туристического обмена России и Японии; проанализировать пассажирооборот России и Японии; исследовать пути увеличения туристического потока России и Японии.

Пассажирооборот Японии и России.

Туристический рынок Японии является одним из самых крупных и прибыльных в Тихоокеанском регионе. На мировом туристическом рынке Япония известна, как страна со значительным преобладанием выездного туризма над въездным, а японский турист считается одним из самых "расточительных". На рис. 1 показан пассажирооборот России и Японии, имеющий высокий темп роста с 2012 г. по настоящее время.

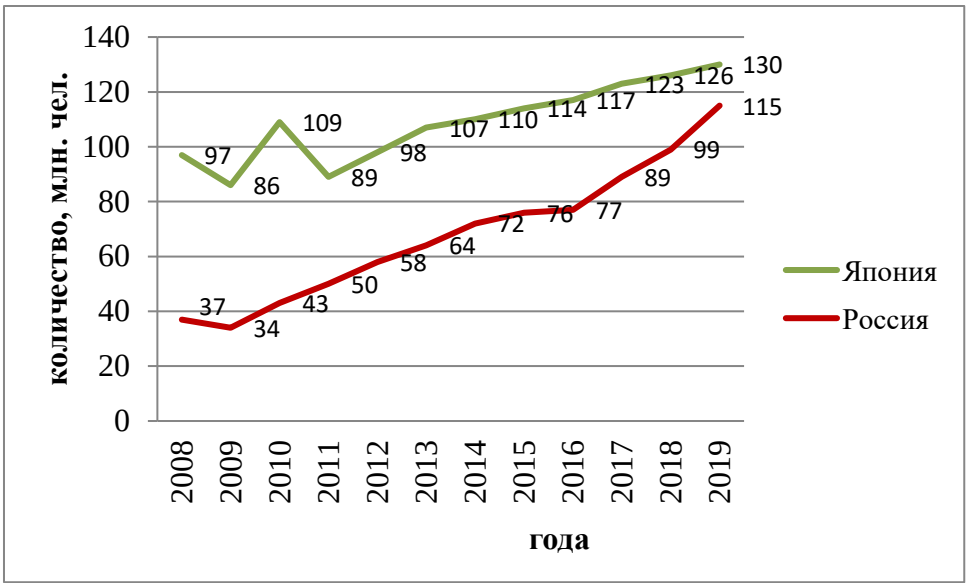


Рис. 1. График пассажирооборота Японии и России
Источник: составлено авторами согласно данным сайта https://knoema.ru/atlas/Япония/topics/Туризм/

В 2008 г. при содействии правительства Японское агентство по туризму обнародовало план дальнейшего развития туризма и создания нации, ориентированной на туризм. Этот план был рассчитан до 2015 г. и учитывал

такие социально-экономические факторы, как низкую рождаемость в стране, стареющее общество и национальный долг, составляющий 170 % ВВП. План должен был активизировать развитие технологий и вовлекать большое количество людей в продвижение туризма в стране, что дает возможность оживить экономику некоторых регионов страны и увеличить количество рабочих мест [4].

С 2010 г. рост объемов перевозок в России имеет рекордные показатели, существенно опережающие общемировые. С 2009 по 2019 гг. объемы перевозок пассажиров и пассажирооборот в России выросли почти в 1,5 раза. Такие высокие темпы роста зафиксированы, несмотря на кризис 2015 г. При этом, в 2015-2016 гг. фиксировалось только снижение пассажирооборота, количество же перевезенных пассажиров оставалось практически на уровне 2014 г.

Пассажиропоток между Россией и странами СНГ составил 1,5 млн. чел., перевозки за пределы стран Содружества были на уровне 11,6 млн. чел. Динамика падения в обоих случаях составила 76 %. Внутренний пассажиропоток в 2020 г. сократился на 23 %, до 56,2 млн. чел. в год.

По данным Международной ассоциации аэропортов, пассажиропоток на авиатранспорте в России, по предварительным итогам 2020 г, снизился на 46 % от уровня 2019 г.

Объем туризма между Россией и Японией неуклонно растет. В 2019 году количество японских туристов, посещающих Россию, увеличилось на 26 % (рис. 2) по сравнению с предыдущим годом, а количество россиян, посещающих Японию, увеличилось на 10 % за тот же период. На графиках мы можем наглядно увидеть спад и рост туристов в период 2014-2020 гг. В 2020 г. из-за пандемии COVID-19 туристические потоки снизились в обеих странах. Из-за пандемии были закрыты границы и ограничены туристические направления с другими странами, за исключением столиц для вывоза зараженных туристов.

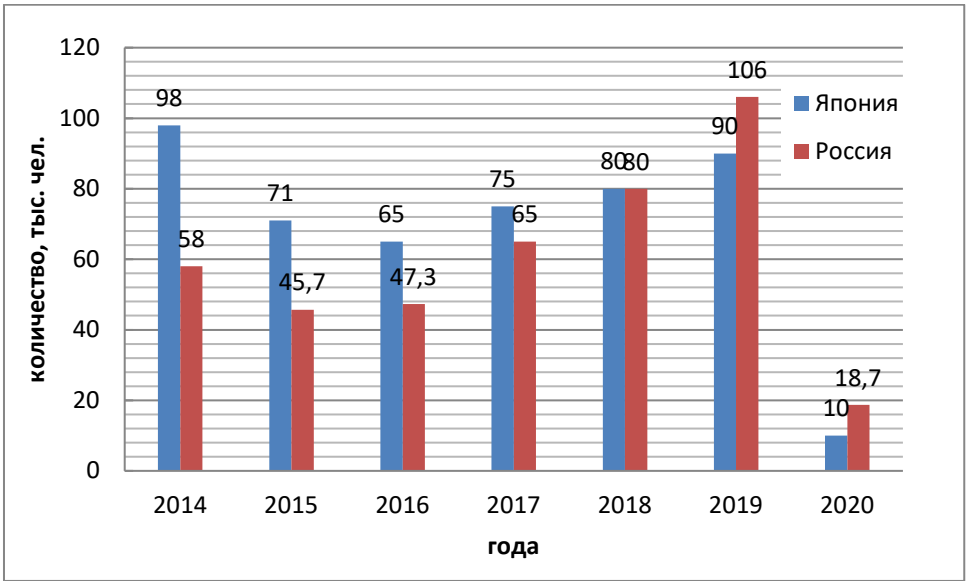


Рис. 2. Динамика въезда иностранных туристов в Россию и в Японию
Источник: составлено авторами согласно данным Росстуризм [4].

В 2017 г. была разработана совместная программа для стимулирования выездного туризма между Ростуризмом и Японским агентством по туризму на 2017-2019 гг. В связи с этим мы можем наблюдать высокие показатели на графиках (рис. 2).

Как мы можем увидеть на рисунке 2 высокие показатели достигали именно в 2019 г. Это во многом связано с развитием близких отношений России и Японии и формированием выгодных условий для туристов из Японии.

Перспективы увеличения туристического потока в рамках российско-японского сотрудничества

Для развития дальнейших отношений Японии и России необходимо разработать совместный туристический продукт, который будет привлекателен для туристов двух стран.

Необходимо разработать несколько аспектов для дальнейшего развития продукта:

- сущность и характеристика турпродукта;
- технологию разработки и организации турпродукта;
- технологию продвижения тур продукта.

При создании нового туристского продукта необходимо выявить потребительские свойства, и с помощью этого уже проанализировать качество туристского продукта. Выявление потребительских предпочтений в данной сфере услуг позволит сделать данный тур наиболее предпочитаемым для определенной категории туристов. А сущность продвижения турпродукта заключается в продвижении продукта или товара путем совокупности различных методов деятельности по доведению до потенциального потребителя информации о достоинствах продукта и стимулированию возникновения желания его приобрести [6].

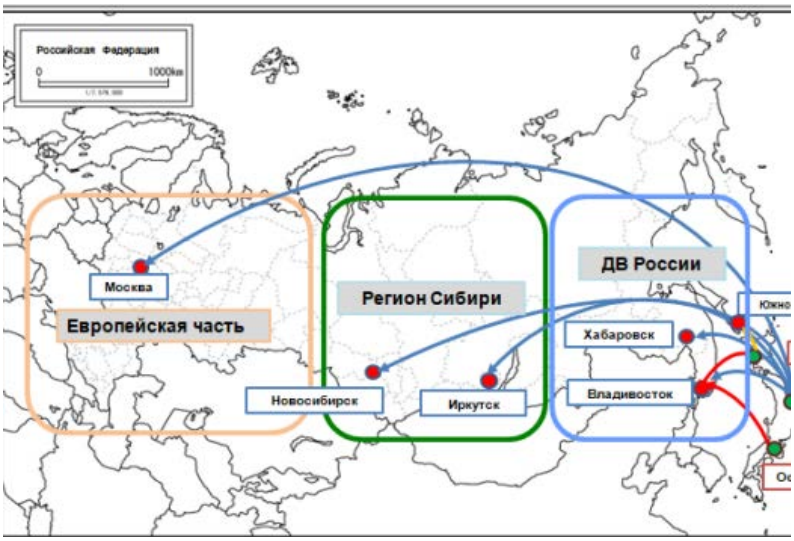


Рис. 3. Регулярные авиасообщения между Россией и Японией

Из рисунка 3 мы можем увидеть регулярное прямое авиасообщение с Японией. На 2019 г. Россией прослеживается тенденция уменьшения

тарифов на авиаперевозки, а также происходит рост числа авиакомпаний на туристическом рынке. В настоящее время Приморский край имеет прямое авиасообщение с такими городами Японии, как Саппоро, Токио и Осака.

Можно отметить, что в последнее время и со стороны России происходит увеличение спроса на круизы по Японии. На это повлияло открытие посадки-высадки в порту Владивостока крупными круизными компаниями. Впервые за всю историю Приморского края в 2021 г. планируется запуск круиза, начинающегося и заканчивающегося во Владивостоке с заходом в порты Республики Корея и Японии [5].

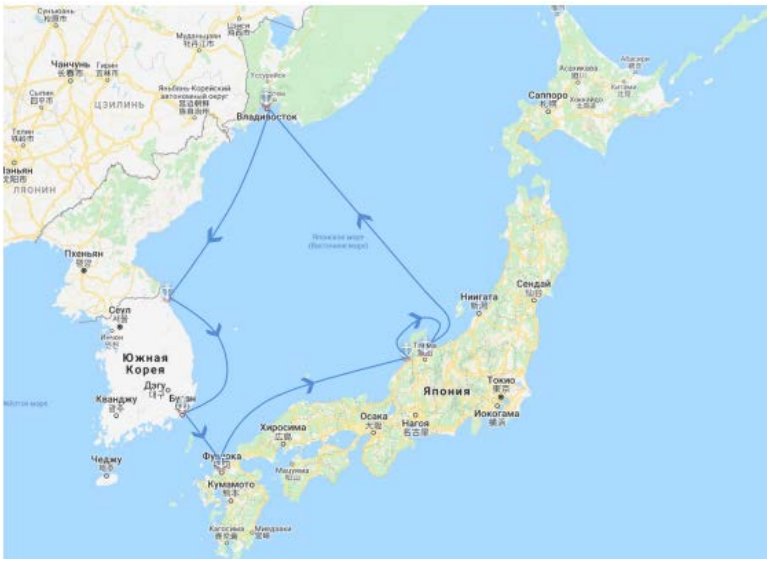


Рис. 4. Маршрут круиза из Владивостока на 2021 г.

На рисунке 4 наглядно представлен маршрут круизов, запланированных на лето 2021 г. из Владивостока и заканчивающихся также во Владивостоке. Из-за появления пандемии проведение круиза стояло под вопросом, но благодаря усилиям правительства Приморского края и участников туристической отрасли региона маршрут состоится в 2021 г. с некоторыми изменениями (изменения затронули маршрут и сам лайнер) [5].

Согласно предварительным данным, в 2020 г. предполагалось, что из портов Китая, Японии и Кореи в столицу Приморья прибудут 16 лайнеров. Запланированы круизы из Владивостока в такие порты Японии, как Фукуока, Канадзава и Тояма. Еще одним фактором развития российско-японских отношений можно назвать проведение в Токио Олимпиады в 2021 г. Каждый год спортивные мероприятия привлекают миллионы туристов со всего мира, в том числе и из России, приводя к межкультурному взаимодействию жителей разных стран.

Для посещения Японии можно рассмотреть разные виды поездки: самостоятельные или туристическими группками.

Для въезда в страну вам понадобится VISA, она бывает: деловая, туристическая, гостевая для посещения знакомых и т.д. Однако для простого путешественника будет проблематично оформить себе визу.

Самый легкий путь – это подобрать себе туристического оператора, который занимается турами и сможет вам с легкостью помочь, как в оформлении документов, так и в выборе тура.

Для сравнения можно рассмотреть разные виды путешествия и затраты на него. Если выбирать авиасообщения из Москвы в Токио, то в среднем поездка вам обойдется в 72 тыс. руб., а на пароме сумма составит 10 тыс. руб., но предварительно вам нужно будет приехать в г. Корсаков (рис. 5, табл. 1).

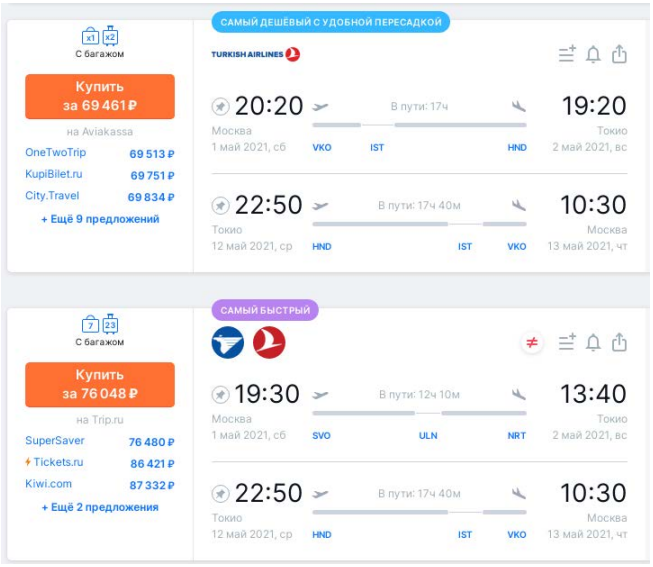


Рис. 5. Авиасообщения между Москвой и Токио

В табл. 1 представлены тарифы на поездку по круизу «Вакханай (Япония) – Корсаков (Сахалин)».

Таблица 1

Тарифы на поездку по круизу «Вакханай (Япония) – Корсаков (Сахалин)»

В одну сторону	Стоимость
Взрослый билет (старше 12 лет)	143 долларов США
Взрослый билет (старше 12 лет) Для лиц проживающих на территории Сахалинской области	120 долларов США
Взрослый билет (старше 12 лет) В случае приобретения билетов на территории Японии	15000 иен
Детский билет (с 6 до 12 лет)	84 долларов США
Детский билет (с 6 до 12 лет) Для лиц проживающих на территории Сахалинской области	60 долларов США
Детский билет с (6 до 12 лет) В случае приобретения билетов на территории Японии	7500 иен

Если выбирать групповой тур, то поездка может составить 230 тыс. руб. В тур входит: проживание, перелёт, экскурсии. Количество людей должно составлять 6 чел., поэтому можно планировать отпуск с семьей [7].

Заключение

Рассмотренная программа, разработанная Ростуризмом и Японским агентством по туризму, показывает рост туристического потока между

странами на период 2020-2023 гг. Можно отметить, что уже к 2021 г. планируется запуск круизов по Приморскому краю.

Исследования, проведенные по изучению спроса на туристические услуги по поездкам в Россию и Японию, имеют высокие показатели роста.

Выявлено, что особым интересом для туриста из Японии являются культурные центры и природные достояния РФ. В свою очередь, российские туристы заинтересованы Японской культурой и изучением ценностей древних городов.

Проанализированные возможные затраты связанные с посещением Японии. На данный момент нет прямого сообщения между странами. Есть возможность воспользоваться авиасообщением Москва-Стамбул-Токио или круизом Корсаков- Вакханай.

Библиографический список:

1. Ассоциации туроператоров России (АТОР) [Электронный ресурс]: - https://www.atorus.ru/

2. Дипломное проектирование: учеб. пособ. (гриф) / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов, А.А. Раюшкина; ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - 167 с.

3. Общий курс транспорта: учеб. пособ. / А.В. Куликов, С.А. Ширяев, Л.Б. Миротин; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 160 с.

4. Федеральное агентство по туризму Росстуризм [Электронный ресурс]: - https://tourism.gov.ru/

5. Перспективы развития российско-японского сотрудничества в сфере туризма: статья / И.С. Михина, Э.С. Савельева

6. Разработка тура для Японских туристов на примере Приморского края [Электронный ресурс]: - https://eduherald.ru/ru

7. Туроператор по Японии [Электронный ресурс]: https://tourjapan.ru/tour/mayskie-prazdniki-v-yaponii/

Gritsenko I.S. *Analysis of the current state of transport and logistics systems of tourist exchange in Russia and Japan*

УДК 656.13.08

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ

Емельянова К.А. (гр. АТ-1н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Комаров Ю.А.

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматриваются вопросы, связанные с увеличением транспортных нагрузок в крупнейших городах и снижением уровня безопасности для человека. На основании современных изменений транспортной системы городов предлагается решать проблему за счет увеличения инженерно-планировочных мероприятий с использованием подземного пространства городов в центральных районах.

The article discusses issues related to the increase in traffic loads in the largest cities and a decrease in the level of safety for humans. On the basis of modern changes in the transport system of cities, it is proposed to solve the problem by increasing engineering and planning measures using the underground space of cities in the central regions.

Главными в функционировании и развитии городов являются вопросы использования городских земель, недостаток которых возрастает, и развития транспортной инфраструктуры, что в свою очередь создает ряд проблем, связанных с безопасностью движения и экологическим состоянием урбанизированных территорий.

Транспортная система является жизненно необходимой частью крупнейших городов. Она имеет большое значение для организации общественного городского транспорта и планировочного облика города. При развитии транспортной системы в городах возникают дополнительные экологические проблемы, связанные с изменениями санитарно-гигиенических условий городской среды и со снижением уровня безопасности дорожного движения [1].

В крупнейших городах с огромным числом автомобилей неизбежно возникают многочисленные остановки перед светофорами, заторы и «пробки», которые приводят к резкому снижению скорости движения транспорта. В последнее время внутригородское движение по магистралям становится всё напряженнее, часто возникают опасные ситуации, имеющие на это ряд причин. Одной из главных причин, с одной стороны, является непрерывный рост количества транспортных средств, особенной автомобильных. Кроме того, сложившаяся планировка городских улиц в исторической капитальной застройке давно уже исчерпала резервы для развития транспортной системы. Также немало важной причиной возникновения опасного дорожного движения является пренебрежение участниками правилами дорожного движения, в результате чего происходят аварии [2].

Планировочная структура транспортной системы напрямую зависит от планировки городской территории. В рамках сложившейся капитальной застройки применение инженерно-планировочных мероприятий по повышению безопасности движения затруднено, особенно в центральных районах крупнейших городов. Для решения задачи безопасности дорожного движения необходим системный подход, который обусловлен созданием эффективной государственной системы управления безопасностью дорожного движения.

Актуальность исследований по данной теме обусловлена недостаточным вниманием к комплексности градостроительных инженерно-планировочных работ, связанных со стратегией развития транспортной системы крупнейших городов в условиях стремительного развития транспортных средств, особенно автомобильного транспорта. Повышение уровня безопасности дорожного движения остается актуальным на протяжении длительного времени развития транспортной системы. Проблемы безопасности усиливаются с увеличением численности населения и количества транспортных средств и носят постоянно обостряющийся характер

Исследование проблем в сфере безопасности дорожного движения показало, что наиболее важные вопросы о безопасности дорожного движения не были решены, а постоянный рост автомобилизации только усугубляет положение. И как результат – постоянное взаимодействие участников дорожного движения, часто перерастающее в дорожно-транспортное происшествие [2].

Подземное строительство сооружений улично-дорожной и транспортной сети позволяет организовать скоростное движение автотранспорта и одновременно повысить безопасность движения пешеходов. Отсутствие задержек автомобильного транспорта перед светофорами и в «пробках» снижает затраты времени на передвижение по городу, способствует снижению уровней транспортных шумов, а также уровней загрязненности воздушного бассейна выхлопными газами автомобилей.

Во многих крупных и крупнейших городах сложилась и осуществляется высокоплотная застройка, особенно на территориях центров, которая значительно опережает темпы повышения качества градостроительных условий, в том числе и развитие безопасной транспортной системы. В связи с этим инженеры и градостроители, ведущие проектные работы вынуждены искать новые пути развития городов и их транспортной системы, в том числе и в подземной части поселений. Современные методы развития использования подземного пространства опираются на общие научно-теоретические и практические возможности проектирования, строительства и эксплуатации подземных, полуподземных сооружений и устройств объектов транспортной сети в системе города и на других территориях [3,4].

Изучение научно-практических материалов исследований факторов риска дорожно-транспортных происшествий показывает, что доминирующим является человеческий фактор. Поэтому, большое значение в снижении вероятности дорожно-транспортных происшествий имеет разделение транспортных и пешеходных маршрутов, что требует ответственных проектных мер.

Пути повышения безопасности движения транспорта при пересечении с пешеходными маршрутами часто связаны с инженерно-планировочными экологическими мероприятиями, в которых учитывается стратегия развития городов на основании региональной специфики территории. Повышение уровня безопасности обеспечивается различными инженерно-планировочными мероприятиями.

1. Создание объездных транспортных магистралей и дорог необходимо для сокращения потока транспорта в жилой зоне и особенно в центральных районах крупнейших городов
2. Разработка планировочной схемы системы скоростного режима в городской черте.
3. Регулирование безостановочного движения на улицах городов по системе уличных светофоров «Зелёная волна».

4. Организация пешеходных переходов надземных, наземных и подземных в местах массового пересечения транспортных потоков и пешеходов.

5. Создание многоярусных транспортных развязок, за счет строительства эстакад и подземных тоннелей для рельсового и автомобильного транспорта.

6. Строительство в подземной части городов транспортные комплексы, состоящие из объектов по обслуживанию транспорта (станции ТО, мойки, гаражи, автостоянки, автовокзалы) и водителей (магазины, предприятия питания).

Городская транспортная система состоит из совокупности нескольких элементов (транспортные средства, дорога, человек, городская среда), находящихся в тесной связи друг с другом и в различных сочетаниях, являющихся факторами риска дорожных происшествий. Насыщенность улиц и магистралей, наделенными пешеходными переходами и светофорами снижают скорости движения транспорта, что увеличивает опасность общего движения и приводит к увеличению шума и количества вредных выбросов при остановках автотранспорта. Подземное строительство сооружений улично-дорожной и транспортной сети позволяет организовать скоростное движение автотранспорта и одновременно повысить безопасность движения пешеходов. Отсутствие задержек автомобильного транспорта перед светофорами и в «пробках» снижает затраты времени на передвижение по городу, способствует снижению уровней транспортных шумов, а также уровней загрязненности воздушного бассейна выхлопными газами автомобилей [3,5].

В условиях плотной застройки затруднено сооружение надземных переходов, которые только частично решают проблемы безопасности движения. Наиболее эффективным, в экологическом плане, решением является размещение пешеходного перехода в подземной части городских пространств. В зависимости от градостроительной ситуации возможны варианты размещения под землей отдельных участков транспортных магистралей и улиц. Размещение части транспортных объектов в подземном пространстве города является одним из инженерно-планировочных мероприятий. Это позволяет сократить количество пересечений транспортных и пешеходных потоков, что в целом значительно повышает уровень безопасности движения в транспортной системе города.

Создание подземных транспортных развязок и пешеходных тоннелей обеспечивает пересечение потоков транспорта и пешеходов в разных уровнях, устраняет задержки автомашин у светофоров, способствует повышению скорости и улучшению условий безопасности движения. Кроме того, ликвидируются перепробеги транспорта, увеличивается пропускная способность магистралей и перекрестков, повышаются удобства и безопасность пешеходов, снижаются степень загазованности воздуха, уровень транспортного шума и вибрации.

Крупнейшие города нуждаются в развитой транспортной сети с участием подземных автомагистралей, имеющих въезды и выезды на поверхность через определенные интервалы, что позволит автомобилистам пересекать наиболее застроенные районы города транзитом. В последнее время разработано несколько проектов таких автомагистралей значительной протяженности в крупных городах Европы, Северной Америки и Японии. В России также имеется опыт создания подземных транспортных комплексов, включающих автостоянки и гаражи [2,3].

Из-за того, что, все-таки, главным является человеческий фактор, безопасность дорожного движения направлена на снижение рисков для человека - как водителя, так и пешехода. Процесс взаимодействия всех элементов системы должен решаться комплексно, с участием проектировщиков и использованием отечественного и зарубежного опыта повышения безопасности дорожного движения инженерно-планировочными методами.

Библиографический список:

1. Дорожные условия и безопасность движения: учеб. Пособие /С. В. Ганзин, А. В. Шустов, Ю. Я. Комаров ;.ВолгГТУ. – Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 95 с.

2. Интернет-ресурс: Принципы и инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования. Международный опыт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bddlenobl.ru/comission.htm. (Дата обращения: 15.04.2021).

3. Чернявская Т.А., Чернявский Ю.В. Экология урбанизированных территорий и освоение подземного пространства городов. Волгоград: ВолгГТУ, 2017. – 148 с.

4. В.И. Лисеенко. Обеспечение безопасности дорожного движения как социотехническая система + цитирование в // Правопорядок: история, теория, практика. 2015. №3 (6) – 17-23 с

5. Пугачёв И.Н. Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с

Emelyanova K.A. *Improving road safety in the transport system of the largest cities*

УДК 625.7

ПРОЕКЦИОННЫЕ ПЕШЕХОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ С ИНТЕРАКТИВНОЙ ПОДСВЕТКОЙ НА ДОРОГАХ РФ

Иванов Р.Ю. (гр. СМ-З-20)

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Карпушко Е.Н.

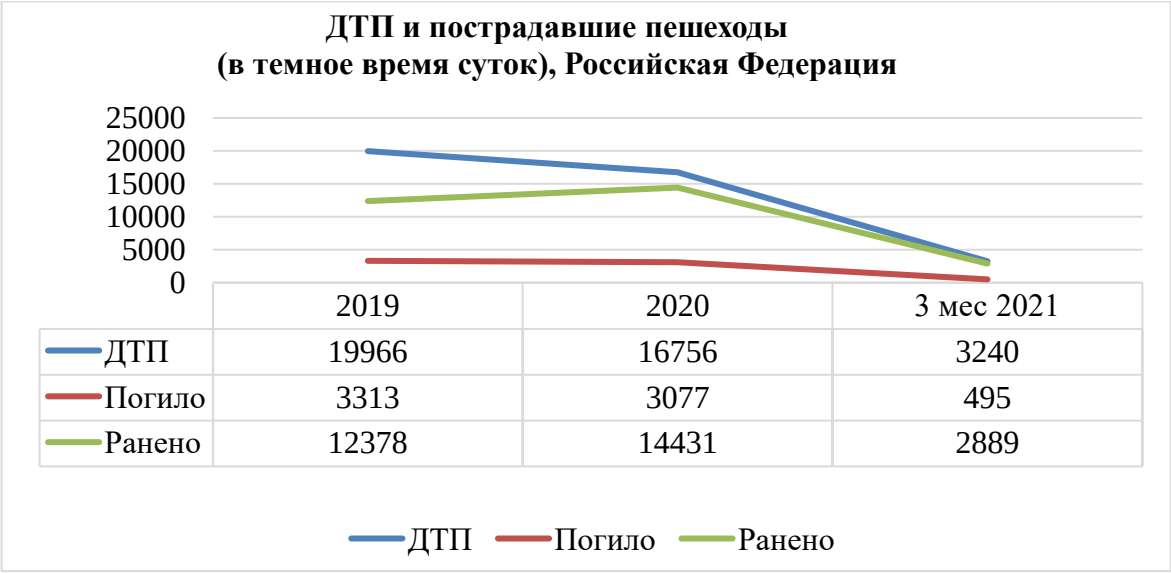
Волгоградский государственный технический университет

Проблема безопасности дорожного движения в Российской Федерации стоит остро. Пешеходы являются самой незащищенной категорией участников дорожного движения. Количество погибших по-прежнему значительно, несмотря на общее снижение показателей аварийности, на автомобильных дорогах. Анализ дорожно-транспортных происшествий показывает, что наезды на пешеходов происходят на переходах (как на регулируемых, так и на нерегулируемых). Статистические данные позволяют сделать вывод о значительно меньшем их числе на переходах, оборудованных светофорами.

Одной из причин такой статистики эксперты называют освещение наземных пешеходных переходов.

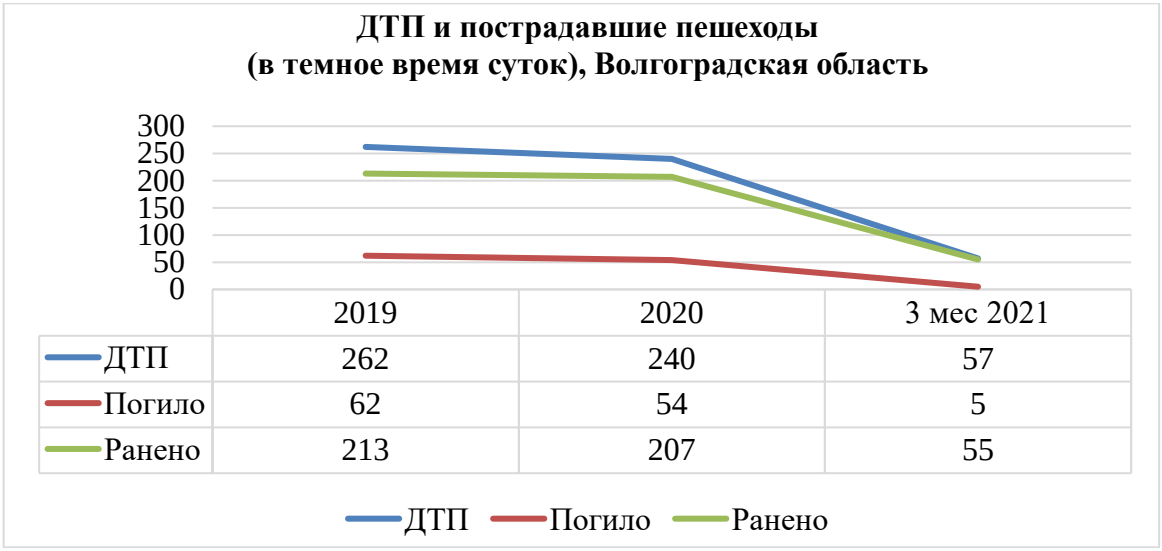
The problem of road safety in the Russian Federation is acute. Pedestrians are the most vulnerable category of road users. The death toll is still significant, despite the overall decline in accident rates on highways. Analysis of road traffic accidents shows that pedestrian collisions occur at crossings (both regulated and unregulated). Statistical data allow us to conclude that there are significantly fewer pedestrian crossings equipped with traffic lights. Experts say that one of the reasons for such statistics is the lighting of pedestrian crossings.

Самое опасное время суток, когда происходит большая часть дорожно-транспортных происшествий, это ночное время. Появление пешехода на «зебре» сложно спрогнозировать, когда он не виден при свете уличных фонарей (либо при их отсутствии) и свете фар автомобилей. Мы провели анализ ДТП в темное время суток и количестве пострадавших пешеходов в целом по Российской Федерации и в Волгоградской области (рис. 1, 2).



	2019	2020	3 мес 2021
ДТП	19966	16756	3240
Погило	3313	3077	495
Ранено	12378	14431	2889

Рис. 1. Показатели ДТП и пострадавшие пешеходы по РФ
за 2019, 2020 гг. и 3 месяца 2021 г.



	2019	2020	3 мес 2021
ДТП	262	240	57
Погило	62	54	5
Ранено	213	207	55

Рис. 2. Показатели ДТП и пострадавшие пешеходы по Волгоградской области
за 2019, 2020 гг и 3 месяца 2021 г.

Основными факторами наездов на пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах являются:

1. Плохая освещенность и видимость линии разметки и знаков пешеходного перехода
2. Погодные условия: дождь, грязь, туман и др.
3. Крупногабаритные автомобили, перекрывающие знак пешеходного перехода
4. Отвлечение внимания водителя и, как следствие, невозможность вовремя сбавить скорость перед пешеходным переходом.

Зимой процент такого рода происшествий увеличивается. Причины очевидны: увеличение тормозного пути вследствие снижения видимости из-за неблагоприятных погодных условий.

Правительство РФ уделяет большое внимание сокращению аварийности и безопасности на дорогах, о чем свидетельствует реализация федеральных целевых программ, которые направлены на повышение безопасности дорожного движения. В 2018 году был дан старт приоритетному национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Паспорт федерального проекта «безопасность дорожного движения» определяет «снижение смертности в результате дорожно-транспортных происшествий в 3,5 раза по сравнению с 2017 годом - до уровня, не превышающего четырех человек на 100 тысяч населения к 2024 году» [5].

В рамках этого проекта реализуется ряд инновационных решений, одним из которых является внедрение проекционных пешеходных переходов.

Проекционные пешеходные переходы – это инновационные установки, которые с помощью светодиодных фильтров проецируются на дорогу. Проекцию хорошо видно при неблагоприятной погоде в темное время суток, днем имеет вид традиционного перехода, она долговечна. Данная технология не подменяет традиционный пешеходный переход, а дублирует его в ночное время и плохую погоду (рис. 3).

Рис. 3. Проекционные пешеходные переходы

Суть технологии заключается в следующем. В зависимости от ширины автомобильной дороги, над проезжей частью устанавливают

светодиодные проекторы, которые в свою очередь проецируют дорожную разметку. Количество проекторов зависит от ширины дорожного полотна. Технологией предусмотрено не более одного проектора на две полосы движения автомобилей. Таким образом, создаётся световая проекция, которая полностью воспроизводит пешеходный переход («зебру»). В момент, когда человек начинает движение по пешеходному переходу, подсветка делает его более заметным. Водители видят пешехода и проекционную дорожную разметку, находясь от них на расстоянии 150 метров.

Положительными моментами данной технологии можно назвать следующие: долговечность (проекция не стирается, не тускнеет, не загрязняется), видимость (ее видно, даже в плохую погоду, когда на дороге снег, наледь, слякоть), яркость проекции (не зависит от света фар автомобилей), обеспечение безопасности (проекция освещает пешехода и делает его видным в темное время суток).

По предположениям экспертов, внедрение технологии проекционных пешеходных переходов будет способствовать снижению смертности в результате ДТП, а также сокращению количества мест концентрации ДТП на 50%. Анализ фактических данных в настоящее время произвести не предполагается возможным, так как внедрение данной технологии на территории РФ началось в 2020 году. В 23 регионах были установлены данные переходы, а к 2024 году планируется установить порядка 30 000. В Волгограде проекционный пешеходный переход установлен в Ворошиловском районе на перекрестке улиц Калинина и Пугачевской (рис. 4) [6].

Рис. 4. Пешеходный переход на пересечении улиц Калинина и Пугачевской в Ворошиловском районе г. Волгограда

Проекционный пешеходный переход оборудован в рабочем поселке Рудня [7]. В планах комитета транспорта и дорожного хозяйства Волгоградской области установка оборудования в Жирновском, Камышинском, Среднеахтубинском, Новониколаевском, Нехаевском, Котовском, Иловлинском и Даниловском районах. По результатам тестовой работы будет проведен анализ эффективности инновационного технического средства, по результатам которого определены участки, где целесообразно применение проекционного перехода.

В результате проведенного исследования, мы пришли к выводу, что снижение дорожно-транспортных происшествий невозможно решать в

отрыве от транспортных проблем, например, безопасности дорожного движения. Решение этих проблем должно проводиться на равенстве прав участников дорожного движения – водителей и пешеходов – безопасное и комфортное передвижение (движение) по улицам и дорогам.

Библиографический список:

1. Аналитический обзор современных средств безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах Лукьянов К.Н. Бизнес и общество. 2021. № 1 (29). С. 10.
2. Интерактивный пешеходный переход - будущее автомобильных дорог Коряков В.Б., Щетинин Н.А., Семикопенко Ю.В. Современные материалы, техника и технологии. 2020. № 1 (28). С. 77-81.
3. Сокращение смертности на дорогах как приоритетное направление федерального и регионального развития в российской федерации Карагодин А.В., Степкин Р.М., Смоляков Н.Н. В сборнике: Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения (состояние, проблемы, пути совершенствования). 2017. С. 173-177.
4. Госавтоинспекция МВД России [Электронный ресурс]. URL: http://www.gibdd.ru/
5. Национальный проект «Безопасные качественные дороги». [Электронный ресурс]. URL: https://bkdrf.ru/
6. Заметен в любую погоду: в Волгограде появился первый проекционный пешеходный переход // Сетевое издание «В1.ру»: [сайт]. – URL: https://v1.ru/text/transport/2021/03/19/69820310/ (дата обращения: 11.04.2021).
7. В Волгоградской области устанавливают проекционные пешеходные переходы // Администрация Волгоградской области: [сайт]. – URL: https://www.volgograd.ru/news/337668/ (дата обращения: 11.04.2021).

Ivanov R.Yu. *Projection pedestrian crossings with interactive illumination on the roads of the Russian Federation*

УДК 625.855.3-033.37

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ УЛ. КОМСОМОЛЬСКОЙ И ПР. ИМЕНИ ЛЕНИНА

Цыбизов Д.Д. (АД-1-17), Лукьянсков А.М. (СМ-3-19)

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

Волгоградский государственный технический университет

Цель работы – анализ регулируемого перекрёстка после проведения мероприятий по повышению БДД, рекомендации по повышению БДД. За 2019 год в Волгоградской области произошло 2632 ДТП, в которых погибло 383 человека. В центральном районе Волгограда есть место концентрации ДТП на перекрёстке ул. Комсомольской и пр. имени Ленина, где зафиксировано 13 столкновений.

The purpose of the work is to analysis a controlled intersection after measures to increase road safety, recommendations for increasing road safety.

In 2019, 2,632 road accidents occurred in the Volgograd region in which 383 people died. In the central area of Volgograd, there is a concentration of road accidents at the intersection of st. Komsomolskaya and Lenin Ave., where 13 Collisions were recorded.

Из Постановления Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 31.12.2020) «О Правилах дорожного движения» можно узнать, что в

населенных пунктах разрешается движение транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч, а в жилых зонах, велосипедных зонах и на дворовых территориях не более 20 км/ч.

Долгое время ограничение скорости в 60 км/ч действовало на данном перекрёстке, но с 28 сентября 2020 года действует ограничение скорости: Новый режим действует на 175 метрах дороги – от остановки до пересечения с улицей Комсомольской. На проспекте Ленина в районе пересечения с улицей Комсомольской вводится ограничение до 40 км/ч в двух направлениях.

На данном перекрестке большая концентрация ДТП (рис.1-4)

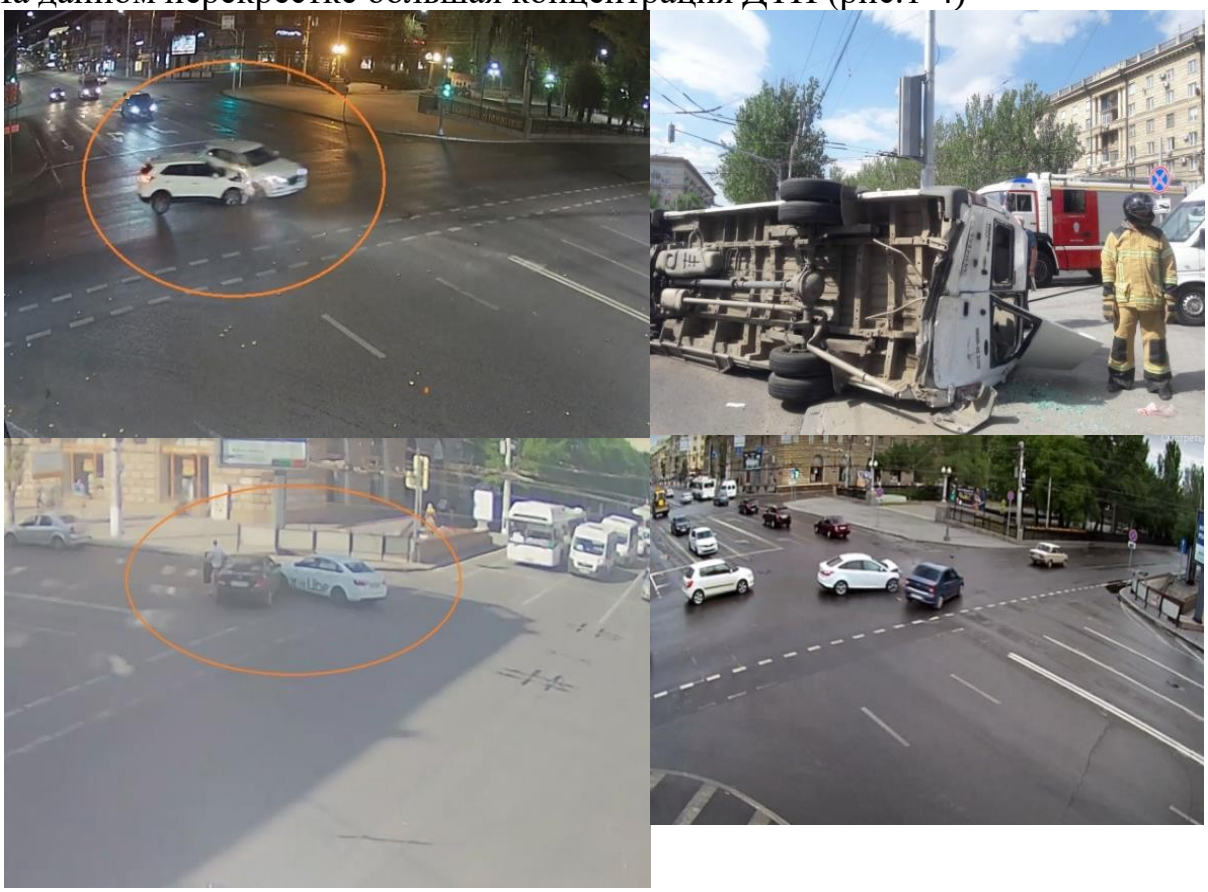


Рис. 1 - 4. Дорожно-транспортные происшествия на перекрестке ул. Комсомольской и пр. имени Ленина

Анализ скоростного режима до и после модернизации скоростного режима.

С помощью современных информационных технологий «Яндекс» и «Google» было произведено спутниковое наблюдение данного перекрёстка с целью измерения габаритных параметров перекрёстка, для того чтобы измерить скорости автомобилей и провести анализ по обработке скоростей транспортных средств.

Имея на руках видеозаписи, сделанные в 2019, получили следующие данные, которые сведены в таблице.

Таблица 1

Сведения по обработке скоростей транспортных средств

Класс, км/ч	Частота, шт.	Частость, %	Накопленная частость, %
меньше 50	11	5,56	5,56
50	13	6,57	12,13
60	73	36,87	49,00
70	97	48,98	97,98
свыше 70	4	2,02	100
Сумма	198	100,0	

Распределение скоростей движения представим в виде гистограммы (рис. 5).

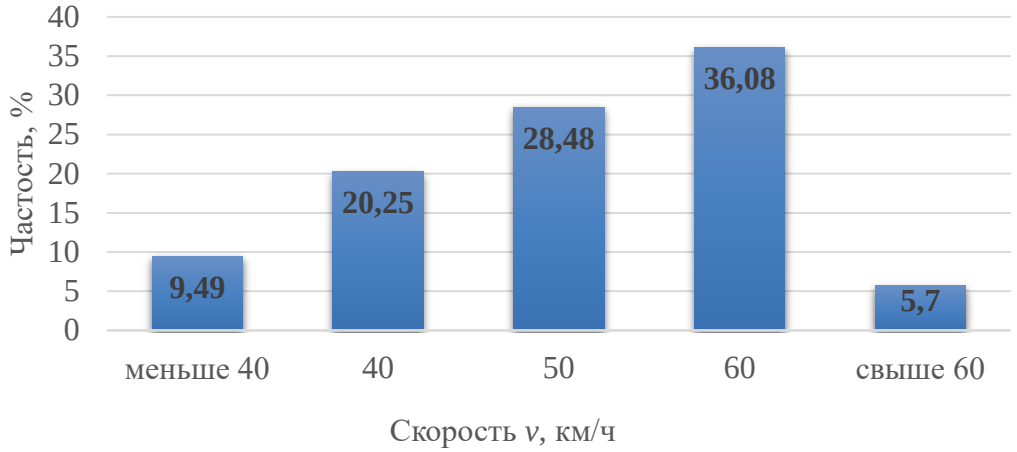


Рис. 5. Гистограмма распределения скоростей движения

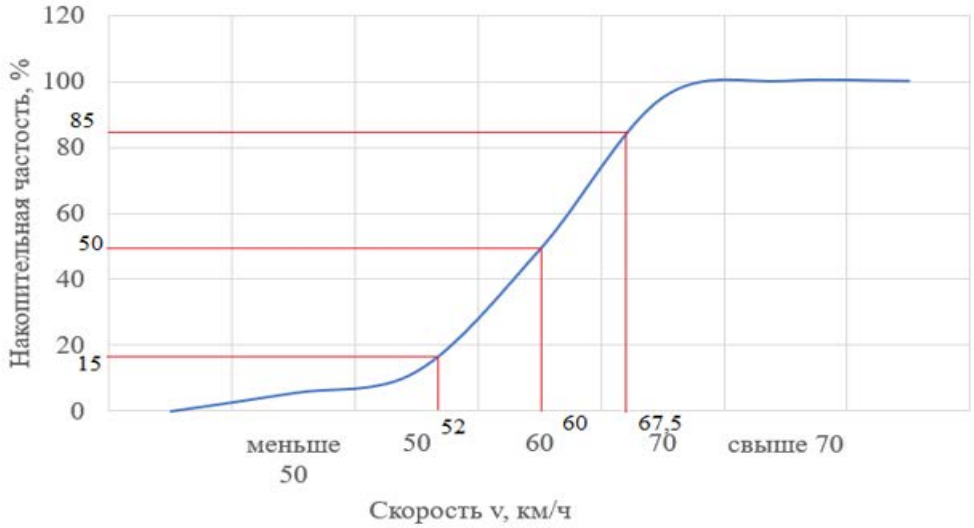


Рис. 6. Кумулятивная кривая распределения скоростей движения

Так же был проведён анализ 2020 года после модернизации скоростного режима. Дальнейшая обработка данных осуществляется в табличной (табл. 2).

Таблица 2

Сведения по обработке скоростей транспортных средств

Класс, км/ч	Частота, шт.	Частость, %	Накопленная частость, %
меньше 40	15	9,49	9,49
40	32	20,25	29,74
50	45	28,48	58,22
60	57	36,08	94,27
свыше 60	9	5,70	100
Сумма	158	100,0	

Распределение скоростей движения представим в виде гистограммы (рис. 7)

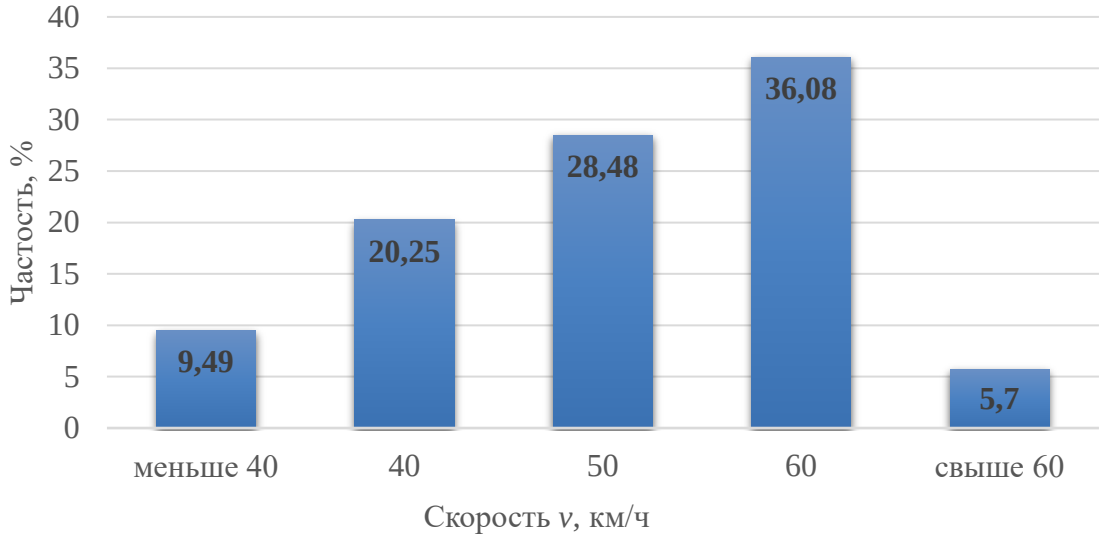


Рис. 7. Гистограмма распределения скоростей движения

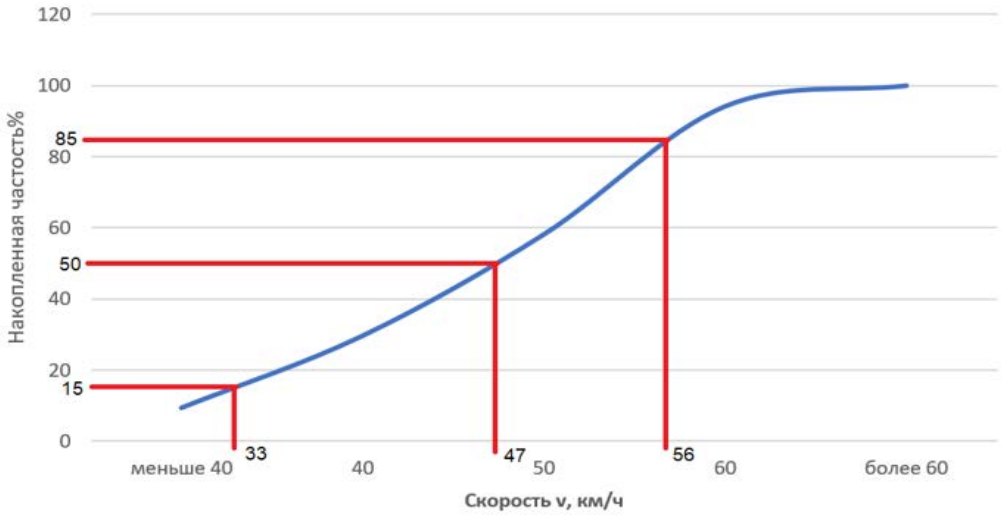


Рис. 8. Гистограмма распределения скоростей движения

Таблица 3

Скоростные ограничения по тяжести последствий ДТП

Вид столкновения	Элементы конструктивной безопасности АТС	Порог риска смертельных травм
Фронтальный удар	Ремни и подушки безопасности, энергопоглощающие элементы в конструкции, капсулирование обитаемого объёма	70 км/ч
Боковой удар		50 км/ч
Наезд на пешехода	-	30 км/ч

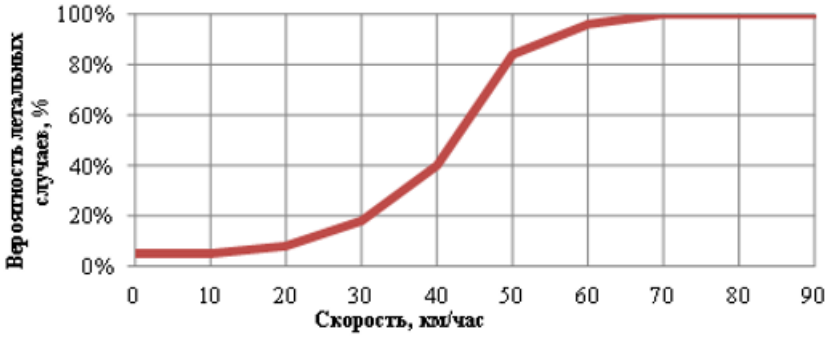


Рис. 9. Влияние скорости на вероятность получения смертельных травм при столкновении пешехода и транспортного средства

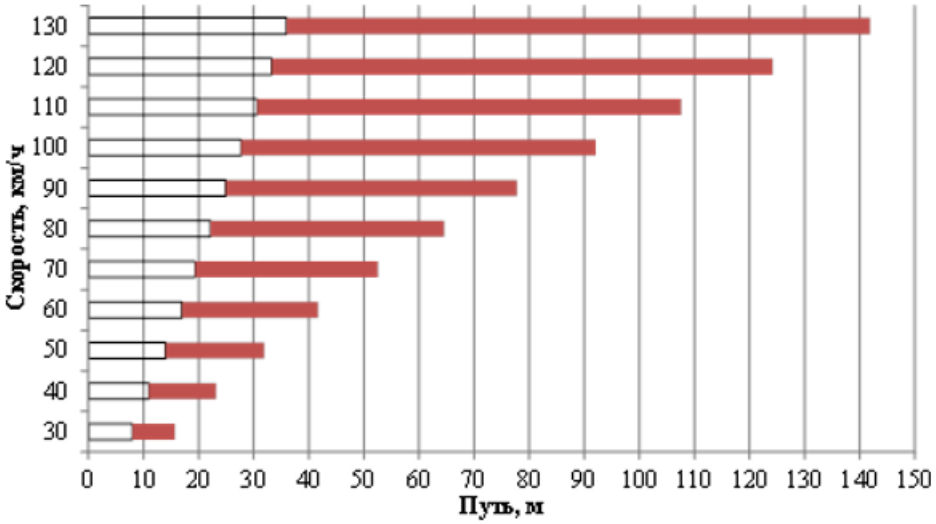


Рис. 10. Тормозные и остановочные пути при экстренном торможении

Исходя из полученных данных можно сделать вывод что при 15% наполненности скорость автомобилей упала с 52 км/ч до 33 км/ч , при 50 % наполненности 60 км/ч до 47 км/ч , при 85% наполненности с 67,5 км/ч до 56 км/ч .

Рис. 11. До введения ограничения 2019 год

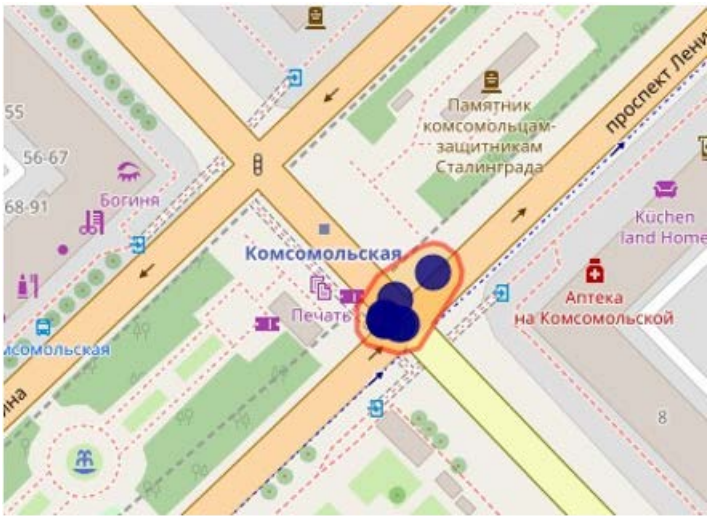


Рис. 12. После введения ограничения 2020 год

Фактическая скорость автомобилей на данном участке стала ниже, тем самым вероятность получения травм стала ниже. При уменьшении скорости так же сокращается тормозной путь, что позволяет быстрей среагировать на аварийную ситуацию и предотвратить её.

Библиографический список:

1. Добромиров В.Н., Евтюков С.С. Скорость как фактор влияния на безопасность дорожного движения // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.; Режим доступа: http://science-education.ru/ru/article/view?id=10248 (Дата обращения: 21.04.2021)

Tsybizov D.D., Lukyanskov A.M. *Improving road safety at the crossroads of Komsomolskaya Street and prospect named after Lenin*

УДК 625.7

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Оганян Ю.К. (гр. АМАД-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Чирва Д.В.

Донской государственный технический университет

Темпы развития автомобильного транспорта в нашей стране с каждым годом увеличиваются. Если учесть, что в настоящее время автомобилями перевозится большая часть всех грузов и пассажиров, то становится ясной необходимость бесперебойной и безопасной работы этого вида транспорта, максимального снижения негативных последствий массовой автомобилизации. Интересы защиты общества от тяжких последствий аварийности требуют активного использования всего комплекса предупредительных средств, в том числе мер уголовно-правового воздействия. В связи с этим возникает необходимость созданий инновационных методов для уменьшения количества дорожно- транспортных происшествий.

The pace of development of road transport in our country is increasing every year. If we take into account that at present most of all cargo and passengers are transported by cars, then it becomes clear the need for uninterrupted and safe operation of this type of transport, to minimize the negative consequences of mass motorization. The interests of protecting society from the grave consequences of accidents require the active use of the entire complex of preventive measures, including measures of criminal law. In this regard, there is a need to create innovative methods to reduce the number of road accidents.

Инновации – современные достижения науки и техники, воплощенные в новые технологии, продукты, средства коммуникаций, новые методы технического и организационного управления, новые виды услуг.

В данной научно-исследовательской работе был предложен оригинальный способ получения электроэнергии, который возможен во время движения автотранспорта по дорогам. Суть изобретения состоит в том, что под асфальт на определенном расстоянии устраиваются пьезоэлектрические генераторы, которые собирают энергию давления проезжающего транспорта (кинетическую энергию от вращающихся колес) и превращают ее в электроэнергию.

Под пьезопринципом понимается способность устройства создавать электрическую поляризацию под действием механических напряжений и деформаций (растяжения, скручивания или сдавливания).

Простейший пьезогенератор работает следующим образом: под воздействием внешнего фактора находящийся внутри него ротор начинает вращаться, задевая пьезоэлемент. Он сделан из такого материала, который начинает деформироваться при подобном воздействии, то есть его кристаллическая решетка изменяется, высвобождая часть носителей электрического заряда — электронов или ионов. В результате на электродах, встроенных в пьезоэлемент, возникают электрические заряды противоположного знака, которые составляют разности потенциалов. А она, как известно, порождает электрический ток.

В случае "дорожного" генератора тем самым внешним воздействием оказывается сила, с которой автомобиль давит на покрытие шоссе. По расчетам, наиболее эффективным является давление, создаваемое машиной, едущей со скоростью пять-десять километров в час. А ведь именно такая скорость присуща автомобилям, ползущим по пробкам. Тем не менее, можно уверять, что и на свободной дороге генераторы смогут вырабатывать достаточное количество электроэнергии.

Еще одной причиной внедрения такой инновационной технологии в дорожную сеть служит достаточно большая сумма на ежегодное освещение дорог в Российской Федерации. По данным Федерального дорожного агентства России (Росавтодора), только на федеральных трассах на освещение ежегодно тратится более 1,5 млрд рублей [1].

Устройство пьезогенераторов значительно уменьшит затраты на освещение дорог.

В Америке, а также в некоторых европейских странах уже были проведены практические исследования, результат которых показал эффективность применения пьезогенераторов.

Одним из самых главных ключей к устранению проблемы обеспечения безопасности дорожного движения – это снизить аварийность в темное время суток. Многочисленные исследования подтверждают эту взаимосвязь - качество освещения дороги прямо влияет на количество ДТП. Считается, что обеспеченное освещение позволяет уменьшить аварийность на 25-35%, а смертность в результате ДТП вообще на 50%.

Из-за недостаточной видимости обычной разметки водители часто прижимаются к краю дороги, не используя полностью пропускную способность трассы, а также снижают скорость и внезапно тормозят, когда разметка становится совсем невидимой.

Поэтому в научно-исследовательской работе было предложено повысить безопасность дорожного движения за счет инновации в дорожной разметке, а именно добавить в состав краски фосфоресцентные материалы.

Такая светящаяся разметка успешно применялось в Голландии в 2012 году. Она обеспечила видимость дороги на большем расстоянии, особенно в ночное время, а также облегчила водителям усилить внимание в плохих погодных условиях на дорогах с интенсивным движением, вблизи населенных пунктов и в местах с недостаточным обзором, где увеличивается риск дорожно-транспортных происшествий, таких как снегопад, туман, ливень. Помимо этого, такая разметка еще будет служить хорошим помощником на опасных участках, крутых поворотах. Кроме того, данная разметка будет служить источником концентрации внимания также и для пешеходов, в частности для слабовидящих.

Состав этой специальной краски включает в себя фосфоресцентные материалы (Фосфоресценция — это процесс, в котором энергия, поглощенная веществом, высвобождается относительно медленно в виде света), которые накапливают солнечный свет в течение всего дня, что

позволяет краске светиться в темное время суток до 10 часов [2]. Данная дорожная разметка действует по принципу аккумулятора. Время свечения дополнительно увеличивается в том числе и от света фар, а, это, в свою очередь, снижает количество аварийных ситуаций на дорогах. Естественно, светящаяся разметка не будет являться панацеей от непредвиденных ситуаций и аварий, но намного увеличит шансы на безопасное передвижение в темное время суток, так как такая разметка придает дороге дополнительное освещение.

Таким образом, необходимость повышения безопасности дорожного движения, а также уменьшение количества дорожно-транспортных происшествий из-за плохой видимости в ночное время или же при плохих погодных условиях, определили актуальность проведения данного исследования.

Библиографический список:

1. Федеральное дорожное агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosavtodor.gov.ru/about/kontakty. – Дата доступа: 25.04.2021.

2. Weeks, M.E., Discovery of the elements, J. Chem. Educ., pp. 110–130 (1968); van der Krogt, P., Elementymology & Elements Multidict: Phosphors (2003).

Ohanyan Yu.K. *Improving road safety through innovative methods*

УДК 656.14

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ ВБЛИЗИ КРУГОВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

Сильченкова Ю.А. (гр. АТ-1Н), Ашуров Р.А. (гр. АТ-1Н),
Иванченко С. Р. (гр. АТ-2Н)

Научный руководитель – ст. преподаватель Сильченков Д. Д.

Волгоградский государственный технический университет

Кольцевые пересечения нашли широкое применение на улично-дорожной сети городов многих стран. Они имеют свои преимущества и недостатки. Организация кругового движения накладывает определенные особенности на организацию пешеходного движения. В данной статье показана сложность организации пешеходного движения около круговых пересечений, приведен иностранный опыт решения данного вопроса.

Roundabouts are widely used on the road network of cities in many countries. They have their own advantages and disadvantages. The organization of circular traffic imposes certain features on the organization of pedestrian traffic. This article shows the complexity of the organization of pedestrian traffic near roundabouts, provides foreign experience in solving this issue.

Сложность задачи по организации движения пешеходов заключается в том, что пешеходы при движении стремятся сократить себе путь для экономии времени и сил, на них непосредственно оказывают воздействие природно-климатические факторы, их поведение труднее поддается регламентации, в расчетах режимов регулирования движения трудно учесть

психофизиологические факторы со всеми отклонениями, присущими отдельным группам пешеходов.

Кольцевые развязки имеют свои преимущества и недостатки. Многочисленные исследования дорожного движения пришли к одинаковому выводу: круговые пересечения безопаснее обычных перекрестков: снижение количества ДТП на 76 % в США [1], снижение числа дорожно-транспортных происшествий с травмами - на 31% – 73%, числа дорожно-транспортных происшествий со смертельным исходом - на 29%-51% и [2] на 46 % в Швеции [3], в Нидерландах на 47 % [4] др. Немногочисленные работы, посвященные анализу дорожно-транспортных происшествий на кольцевых пересечения, показывают, что ДТП с пешеходами на кольцевых пересечениях составляют большую часть из них [5].

Для движения пешеходов главные негативные факторы кольцевого пересечения – большая площадь транспортной развязки, которая увеличивает длину пути пешехода, непрерывность дорожного движения на кольцевой развязке, которая не дает возможность организовать движение пешеходов через транспортную развязку, что также увеличивает длину пути пешехода. Поэтому анализ и совершенствование мероприятий по организации движения пешеходов около круговых пересечений является актуальной задачей.

В Российской Федерации нет отдельного методического документа, в котором собраны существующие рекомендации по организации движения пешеходов около круговых пересечений. На основании проведенного анализа нормативно-методичских и научных документов [6-14] можно выделить основной принцип организации пешеходного движения – недопущение пешеходов на проезжую часть кругового движения. Для этого предлагаются следующие мероприятия:

- организация движения пешеходов и транспорта в разных уровнях;
- отнесение пешеходного перехода от кольцевой части транспортной развязки;
- установка ограждений вдоль улиц и дорог;
- обеспечение видимости пешеходов.

На рисунке 1 показан пример сравнения видимости пешехода с места водителя [11].

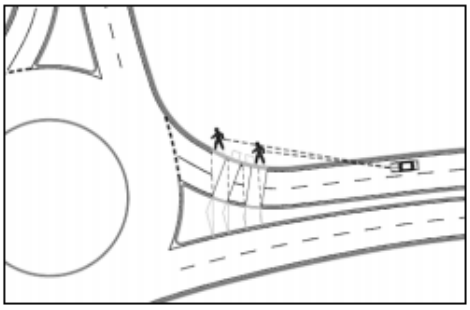


Рис. 1. Пример сравнения видимости пешехода [11]

В зарубежной литературе предлагается большее внимание уделять конфликту транспортного и пешеходного потока на выезде с транспортной развязки, так как на участке выезда процент автомобилистов не пропустивших пешеходов (38 %) больше, чем на участке въезда (23 %) [12]. При увеличении числа полос движения с 1 до 2-х на подходах процент автомобилистов не пропустивших пешеходов увеличивается с 17 до 43 % [12]. Аналогичные данные были получены нами при анализе круговых пересечений в Центральном районе г. Волгограда. В среднем на 20 % больше автомобилистов не уступает дорогу пешеходам на пешеходных переходах при выезде с кольцевой развязки, чем на въезде. При увеличении полос движения с 1 до 2-х процент автомобилистов, не пропустивших пешеходов, увеличивается с 15 до 35 %. Это можно объяснить, тем что у водителя при выезде с кольцевой развязки меньше времени на обнаружение пешехода [13].

В практике организации пешеходного движения в странах западной Европы получило распространение «ступенчатая» пешеходная дорожка через островок безопасности (см. рисунок 2) [14]. Это аргументируется тем, что пешеходу требуется несколько больше времени, что бы перейти улицу, тем самым увеличивается время нахождения пешехода в поле зрения водителя. То есть у водителя увеличивается времея на обнаружение пешехода и остановку автомобиля.

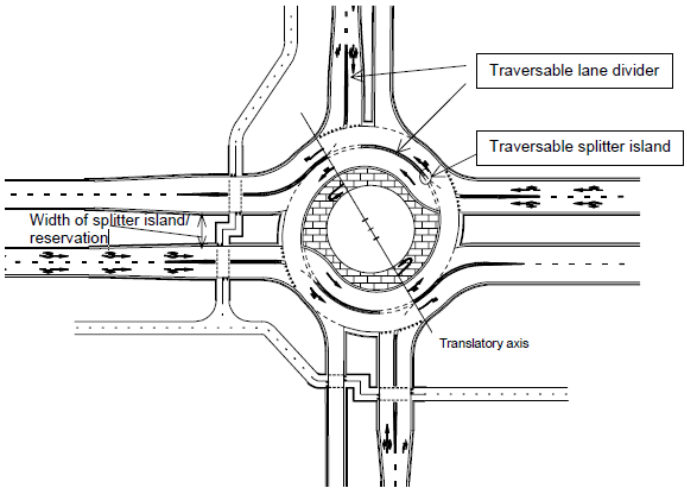


Рис. 2. «Ступенчатая» пешеходная дорожка через островок

Выводы. Движение пешеходов сложнее поддается регламентации. На круговых пересечениях необходимо обеспечивать непрерывность дорожного движения и видимость всех участников дорожного движения. Поэтому к вопросу организации пешеходного движения около круговых пересечений необходимо подходить комплексно, и данный вопрос на сегодняшний момент полностью не решен.

Библиографический список:

1. Retting, R. A. Crash and injury reduction following installation of roundabouts in the United States / R.A. Retting, B.N. Persaud, P.E. Garder // Am. J. Public Health. 2001. – №91 (4). pp. 628-631.

2. Stone, J. R. The Effects of Roundabouts on Pedestrian Safety / J. R. Stone, Ph.D KoSok Chae, S. Pillalamarri // The Southeastern Transportation Center. 2002. – 50 p.

3. Hyd´en, C. The effects on safety time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study / C. Hyd´en, A. V´arhelyi // Accid. Anal. Prev. 2000. – №32 (1). pp 11–23.

4. Schoon, C. Ongevallen op rotondes II: tweede onderzoek naar de onveiligheid van rotondes vooral voor fietsers en bromfietsers / C. Schoon, J van Minnen // Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). – 1993 – rapport R-93-16.

5. Kennedy, J.V. Accidents at urban mini-roundabouts / J.V. Kennedy, R.D. Hall // TRL Report. – 1998. – 281 p.

6. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Повышение эффективности использования кольцевых развязок – Текст : электронный – URL: http://base.garant.ru/71802764/ (дата обращения: 13.01.2020).

7. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 112 с.

8. ОДМ 218.6.017-2015. Методические рекомендации по применению дорожных ограждений различного типа на автомобильных дорогах федерального значения. – Москва : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2013. – 46 с.

9. ГОСТ 33150-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 11 с.

10. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 : СП 59.13330.2016: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 14 ноября 2016 г. N 798/пр. – Текст : электронный // Информационно-правовой справочник Гарант : [Сайт]. – URL: http://base.garant.ru/71584218/ (дата обращения 23.01.2020)

11. Weber, P. An examination of pedestrian crosswalk design at roundabouts / P. Weber // Paper presented at the 2012 Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Fredericton, New Brunswick – 2012. – 17 p.

12. David, L. H. Observational Analysis of Pedestrian, Bicyclist, and Motorist Behaviors at Roundabouts in the United States / L. H. David and C. L. Daniel // Transportation Research Record. – 1982. – 155-165 pp.

13. Pedestrian Visibility in Roundabouts Report #19-UR-071 // NSTSCE. – 2019. – 33p.

14. Lambertus, G.H. Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts; Dilemma of Comfort and Safety / G.H. Lambertus, MSc Fortuijn // Annual Meeting 2003 of the Institute of Transportation Engineers (ITE). – Seattle. – 2003. – 20 p.

Silchenkova Y. A. Ashurov R. A. Ivanchenko S. R. *On the issue of organizing pedestrian traffic near roundabouts*

УДК 625.746.533.85

ОРГАНИЗАЦИЯ ВАФЕЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ЧЕРЕПОВЕЦКАЯ И ЕЛЕЦКАЯ Г.ВОЛГОГРАДА

Смоленцева А.А., Зима Е.А. (гр. КБТ-1-18)

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

Волгоградский государственный технический университет

Для борьбы с заторами на перекрестках в часы «пик» был разработан новый вид дорожной разметки – «вафельная» разметка. Благодаря данной разметке можно устранить заторы на дорогах и предотвратить дорожно – транспортные происшествия. В данной статье рассмотрено применение «вафельной» разметки на улично – дорожной сети города Волгограда.

To combat congestion at intersections during rush hours, a new type of road marking was developed – "waffle" marking. Thanks to this marking, you can eliminate traffic congestion. This article discusses the use of "waffle" markings on the street and road network of the city of Volgograd.

«Вафельная разметка» – это разметка на перекрестке в форме расчерченного квадрата или прямоугольника, которая четко определяет границы перекрестка и запрещает выезд на нее. Также данная разметка говорит о том, что если автомобиль будет стоять на запрещающий сигнал светофора и преградит дорогу транспортным средствам, двигающимся в поперечном направлении, то получит штраф согласно статье 12. 13 КоАП РФ, в которой говорится, что «Выезд на перекресток или пересечение проезжей части дороги в случае образовавшегося затора, который вынудил водителя остановиться, создав препятствие для движения транспортных средств в поперечном направлении, влечет наложение административного штрафа в размере одной тысячи рублей» [1].

Преимуществом данной разметки является то, что водитель не заезжает в зону данного пересечения, т. к. видит границы перекрестка.

Вафельная разметка уже широко распространена в России. Она расположена в таких городах как, Москва, Ростов – на – Дону, Ташкент, Рязань и т.д. Организация вафельной разметки существенно изменила ситуацию на дорогах – заторов и дорожно – транспортных происшествий стало гораздо меньше.

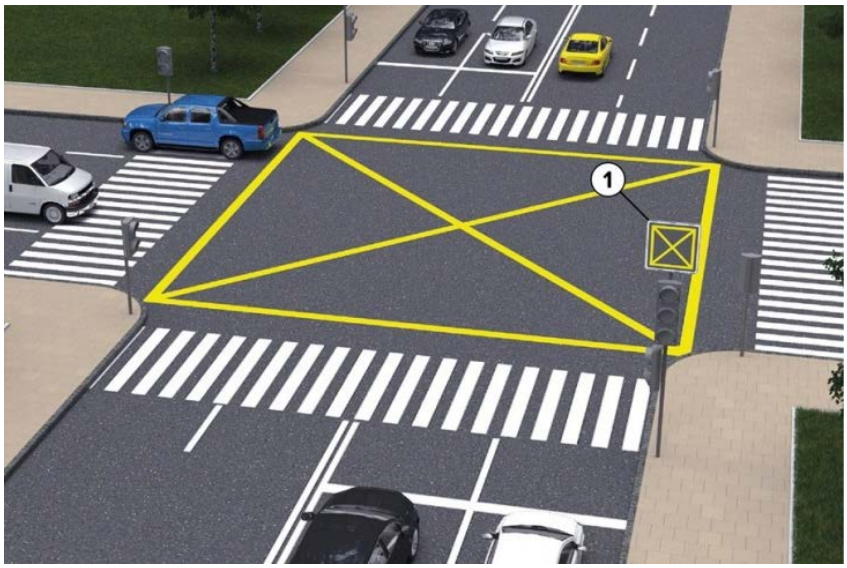


Рис. 1. Вафельная разметка на УДС

Благодаря знаку дублёру (1) водители будут заранее оповещены о наличии данной разметки.

Нарушение правил дорожного движения фиксируется камерой в автоматическом режиме 24 часа в сутки.

Для исследования участка по организации вафельной разметки было выбрано пересечение улиц Череповецкая и Елецкая в городе Волгограде.

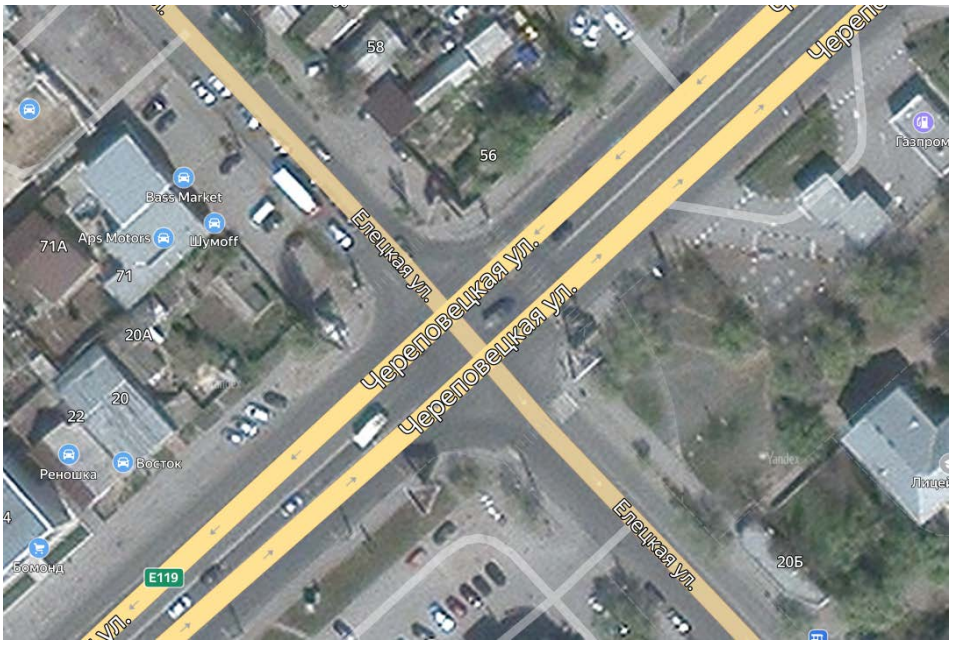


Рис. 2. Пересечение ул. Череповецкая с ул. Елецкая.

Данный перекресток имеет большую интенсивность движения транспортных средств, особенно в часы пик, а также на нем высокая концентрация дорожно – транспортных происшествий. Исследования проводились в период с 2020 по 2021 с февраля по март. Данные исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Дорожно – транспортные происшествия за период 2020 г. и первые 3 месяца 2021 г.

Дата, потери	Вид и место происшествия	Нарушение ПДД
16.02.2020 02:15 Погибло 0, Ранено 1	Наезд на стоящее транспортное средство № 180002529 ЮФО, Волгоградская область, Волгоград, Ворошиловский, Череповецкая ул, дом 20	Неправильный выбор дистанции
04.04.2020 18:30 Погибло 0, Ранено 1	Наезд на стоящее транспортное средство № 180005169 ЮФО, Волгоградская область, Волгоград, Ворошиловский, Елецкая ул, дом 56	Нарушение правил расположения транспортного средства на проезжей части
05.02.2021 21:15 Погибло 0, Ранено 1	Наезд на пешехода № 180002167 ЮФО, Волгоградская область, Волгоград, Ворошиловский, Череповецкая ул, дом 5 а	Нарушение правил проезда пешеходного перехода
09.03.2021 18:37	Наезд на пешехода № 180004234	Нарушение правил проезда пешеходного перехода

Погибло 0, Ранено 1	ЮФО, Волгоградская область, Волгоград, Ворошиловский, Елецкая ул, дом 56	
11.03.2021 21:35 Погибло 0, Ранено 1	Столкновение № 180004322 ЮФО, Волгоградская область, Волгоград, Ворошиловский, Череповецкая ул, дом 18	Неподчинение сигналам регулирования

Всего по г. Волгограду за I квартал 2021 года из – за нарушений водителями транспортных средств Правил дорожного движения произошло 157 ДТП, где было ранено 218 человек. [2]

Вафельная разметка позволит снять загруженность движения на пересечении улиц Череповецкая и Елецкая. Количество транспортных средств, выезжающих за стоп-линию, значительно снизится, а также снизится вероятность возникновения ДТП.

Библиографический список:

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001№195-ФЗ (ред. от 05.04.2021)

2. Показатели состояния безопасности дорожного движения [электронный ресурс] / / URL: http://stat.gibdd.ru/

Smolentseva A.A., Zima E.A. *Organization of waffle marking at the intersection of Cherepovetskaya and Yeletskaya streets in Volgograd*

УДК 656.02

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ НА ЮГЕ РФ

Старцева А.Н., Русскова В.В. (гр. КБТ-2-19)

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

Волгоградский государственный технический университет

В современном мире многофункциональность и экономичность стали необходимостью, в т.ч. и в области грузоперевозок. Для того чтобы достигнуть этих целей применяются мультимодальные (смешанные) перевозки. В статье представлено исследование о перевозках, их маршрутах, проблемах и перспективах развития трансферов логистики на юге Российской Федерации.

Nowdays, multifunctionality and efficiency have become a necessity, incl. the field of cargo transportation. In order to achieve these goals, multimodal transportation is used. The article presents a study on transportation, their routes, problems and prospects for the development of logistics transfers in the south of the Russian Federation.

Начало мультимодальности в транспортировке грузов положил Мальком Маклин в 1956 году. Это обычный водитель, решивший грузить отдельные «емкости» с грузом (сейчас ISO-контейнеры) на судно без выгрузки и загрузки отдельных коробок и бочек. Новый вид перемещения грузов избавлял от необходимости использовать огромное количество

грузчиков в портах и моряков на борту, позволял затрачивать меньше времени и сил на работу, а также экономил на погрузке товаров.

Мультимодальные перевозки повлияли на мировую глобализацию. После их введения импортные товары понизились в цене и стали доступны в любой точке мира по лишь немного различающимся ценам.

Такая перевозка осуществляется на основании одного заключенного договора, но задействуются в них, по меньшей мере, два вида транспорта. Ответственность за все перевозки несет непосредственно перевозчик, даже если они выполняются различными видами транспорта (например: железнодорожным, морским, автомобильным и т. д.).

Организация мультимодальных перевозок. Основная сложность при организации мультимодальных перевозок заключается в большом количестве стыковок и перегрузов товаров. В первую очередь составляется маршрут передвижения. В таком маршруте необходимо четко отобразить исходный и конечный пункты доставки груза. Кроме того, здесь должны быть обозначены все точки стоянок, перегрузок и график движения. Все нюансы передвижения, кажущиеся незначительными на первый взгляд, и неурегулированные, не отображенные в маршруте, в дальнейшем с большой долей вероятности приведут к сбоям, простоям и, как следствие – убыткам. Кроме того, важно учитывать климатические особенности различных стран, качество дорог, удобство доставки и т.д.

Вторым условием, обеспечивающим успешность международной перевозки, является *правильное составление документов*. Следствием неверного оформления документов становится широкий спектр проблем: начиная со штрафа и заканчивая арестом товара.

Особое внимание следует уделять мультимодальным перевозкам негабаритных и тяжеловесных грузов, а также скоропортящихся и опасных.

Как правило, мультимодальные перевозки осуществляются с помощью контейнеров. В начале пути товар со склада отправителя загружается в контейнер, далее производится его доставка в морской порт автомобильным транспортом. Далее такими контейнерами с товарами заполняются специальные суда, которые и осуществляют их доставку в порты различных стран. Непосредственно в порту данные контейнеры устанавливаются на автомобили или специализированные железнодорожные платформы и доставляются на склады получателя. Компаниям-перевозчикам необходимо постоянно следить за состоянием груза, контролируя весь процесс его доставки. [1]

Именно так выглядит стандартная схема мультимодальной перевозки грузов. Стоит сказать, что в процессе доставки в различных сочетаниях могут участвовать любые виды транспорта. Иногда груз доставляют даже на вертолете. Однако самыми распространенными являются грузовые автомобили, самолеты и поезда.

Рис. 1. Карта мультимодальных перевозок России

Представим ***транспортную логистическую информацию*** о перевозках, их маршрутах, проблемах и перспективах развития трансферов логистики **на юге России**.

Мультимодальные перевозки на юге Российской Федерации логически и географически связывают максимально развитую транспортно-логистическую инфраструктуру ЕАЭС с севером России и центральными её областями. То есть мульти модальные перевозки на юге РФ не являются чем-то обособленным или выделенным в отдельную систему логистики, - они составная часть трансфера с Севера России и центральных областей через юг России в ЕАЭС. Данная система логистики сложилась очень давно исторически, и она не перестаёт развиваться, являясь актуальной не только для нашей страны, но и для ЕАЭС в целом (стратегическая логистическая сеть), потому что способствует расширению и углублению интеграции.

Эта интеграция непосредственно влияет на создание новых производств, а также является мощным генератором для мобильности трудовых ресурсов, - в целом формирует вектора роста транзитных перевозок по территории ЕАЭС.

Комплексно мультимодальные перевозки на юге России состоят в части касающейся их инфраструктуры из автомагистралей и проекта Евразийской скоростной железнодорожной магистрали (ЕСМ) «Атырау – Индербор – Уральск - граница РК - РФ (575км) - Самара (200км). Общая протяженность 775 км [3, с. 41].

Данный проект перевозок реализуется при системном механизме инвестиций от государственно - частного партнерства (аббревиатура: «ГЧП»), включающих привлечение иностранных инвестиций из третьих стран [3, с.42].

Мультимодальные перевозки в южной части страны имеют серьёзный потенциал для экономического эффекта экономии на рентабельности

трансферов за счёт развития указанного проекта. Развитие включает на перспективу 2022 -2025 гг. строительство новых логистических хабов на территории юга России для концентрации ТМЦ (аббревиатура от товарно-материальные ценности), в точках пересечения железной дороги и автомобильных магистралей М10 Дон, напри-мер, а также в векторах на центральные территории России и северную часть, начиная с юга России до транспортного и транзитного потенциалов ряда регионов Республики Казахстан, Российской Федерации и, потенциально других стран ЕАЭС.

Особое внимание при развитии южного направления перевозок уделяется существующим и новым возможностям от создания условий для полного цикла добычи, переработки, производства притрассовых (логистический термин) минеральных ресурсов и увеличения рентабельности существующих промышленных предприятий, а также формирования повышенного спроса на внедрение высокотехнологичной цифровой инфраструктуры и передовых инновационных технологий в транспортном процессе [2, с. 39].

Таким образом, южные перевозки являются не только транзитом товаров из Китая в ЕАЭС, но и обладают самостоятельным потенциалом. Проблемы данного развития заключаются в отношениях контрагентов и таможенных ограничениях. Поэтому сегодня основная проблематика мультимодальных перевозок в Российской Федерации решается реструктуризацией законодательства Республики Казахстан в части механизмов государственно-частного партнерства и частной финансовой инициативы для содействия развитию мультимодальных перевозок на юге РФ (выделены ключевые вектора данного совершенствования трансферов по качеству дорог и скорости прохождения контрольно-пропускных пунктов – «зелёные коридоры» для мультимодальных перевозок юга РФ [4, с. 102].

Комплексный подход к развитию грузо- и пассажирооборота на юге страны ведёт к интеграции логистики в Международный транспортный коридор (МТК) «Север-Юг». Включает мультимодальные маршруты транспортировки пассажиров и грузов. В перспективе развития планируется строительство Северного широтного хода (СШХ), в котором мульти модальные перевозки на юге РФ будут занимать доминантное положение как центр контроля всего пути из Китая в Европу [5, с. 11].

Вывод. Мультимодальные перевозки на юге РФ преследуют две логистические цели. Во-первых, организация мульти модальных перевозок пассажиров направлена на снижение оттока пассажиров на другие виды транспорта, тем самым значительно повышая качество и комфортность перевозок. Во-вторых, обеспечивают полный цикл трансферов грузов.

Библиографический список:

1. Мультимодальные перевозки грузов – особенности, отличительные черты, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]: ГрузоведЪ. URL:

https://gruzoved.com/blog/post/multimodalnye-perevozki-gruzov-osobennosti-otlichi/ (дата обращения 03.04.2021)

2. Алексеенкова Е.С., Глотова И.С., Девятков А.В. Перспективы развития проекта ЕАЭС к 2025 году. Рабочая тетрадь. Спец выпуск / 2017 /; Российский совет по международным делам (РСМД). - М.: НП РСМД, 2017. - 92 с. Транспорт и инфраструктура в ЕАЭС к 2025 г. (Пак Е.) стр. 38-43. (дата обращения 14.04.2021)

3. Бижанов А.Х., Бижанов С.А. Реализация инфраструктурного проекта «Евразийская скоростная магистраль» с применением механизма государственно-частного партнерства: актуальные задачи, перспективы развития. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ). Журнал: «Недвижимость: экономика, управление», - № 1. – 2019 г. С. 39-44 (ссылка: https://www. elibrary.ru/item.asp?id=38032938). (дата обращения 16.04.2021)

4. Габдулхаков А.А. Мульти модальные перевозки как механизм повышения междугородных пассажирских перевозок. Изд.: Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс» (Чебоксары). «Новое слово в науке: стратегии развития», 2020. - С. 101-103. (ссылка: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44001340). (дата ображения 16.04.2021)

5. Лапидус Б.М. Опережающее развитие железнодорожного транспорта - выбор времени / Б.М.Лапидус // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО «РЖД». - 2018. - №5-6. - С. 1-16. (дата обращения 17.04.2021)

Startseva A.N., Russkova V.V. *Multimodal cargo transportationit the south of the Russian Federation*

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

УДК 625.855.3-033.37

ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВАХ

Савинов В.Н. (гр ТЭРА-2Н)

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

Волгоградский государственный технический университет

Количество автомобилей, работающих на газе, растет из года в год. Владельцы таких автомобилей сталкиваются с неполадками в работе системы несмотря на то, что газобаллонное оборудование становится намного надежнее и безопаснее. Несмотря на все преимущества работы автомобиля на газе, среди водителей наблюдается устойчивое мнение, что эксплуатировать автомобиль на газу не стоит, так как это негативно влияет на ее силовую установку.

The number of gas-powered vehicles is growing from year to year. The owners of such cars are faced with malfunctions in the operation of the system, despite the fact that gas equipment becomes much more reliable and safer. Despite all the advantages of running a car on gas, there is a strong opinion among drivers that it is not worth operating a car on gas, as this negatively affects its power plant.

В качестве основных видов альтернативных видов топлива широкое распространение получили сжиженный углеводородный газ (СУГ) и компримированный природный газ (КПГ). Более перспективным является использование на автотранспорте природного газа, 35% которого находится в России.

В России действуют законодательные акты об экономии энергетических ресурсов. Некоторые из них касаются автомобильного транспорта. Наш автомобильный парк приблизился к 45 миллионам единиц. В «ЭПР» № 18 (254) и № 20 (256) был представлен материал по теме «Природный газ – автомобильное топливо» об отечественном опыте многолетнего поиска рациональных решений. В нем показано, что в стране, занимающей «шестую часть света», стабильное функционирование автомобильного транспорта возможно при единственном и бесспорно верном предложении – использовать все виды топливных ресурсов страны, в особенности все ресурсы местного характера. Очевидно, поэтому Государственная Дума РФ 17 октября 2014 года приняла закон № 339-ФЗ об альтернативных топливах, позволяющих замещать бензин и дизельное топливо природным газом, электричеством, газовыми смесями, сжиженным углеводородным газом, источниками кинетической энергии с учетом доступности использования и экономической целесообразности такого замещения. Предложенное расширение видов альтернативных топлив для автомобильных двигателей позволит управлять двумя главными характеристиками эффективности современной эксплуатации автомобилей: топливной экономичностью силовой установки и загрязнение окружающей среды отработавшими газами. [1]

Но для использования альтернативных топлив в России имеются сложности, какие в почти во всех державах после данному течению преодолены. Во-первых, для НИОКР ради создания двигателей, использующих другие топлива, на последние двадцать лет выделялись незначительные средства, не давшие заметных результатов. Во-вторых, руководители концепции перевода автомобилей на другие виды топлива (например, естественный газ) в свойстве основательного довода предварительно только приводят невысокую стоимость альтернативного топлива и быструю окупаемость затрат на переоборудование автомобиля. Да указывается, что уже сама после себе перемена бензина и дизеля на альтернативу гарантирует выполнение условий европейских стандартов по выбросам вредных веществ с отработавшими газами.

Ситуация на рынке газомоторных транспортных средств, использующих природный газ, требует интенсификации газомоторной моторизации. Но эксплуатация автомобилей постоянно требует обязательного регламентного обслуживания и постоянных ремонтов. Только высокооплачиваемые специалисты, знающие технологические процессы и владеющие специальным инструментом зарубежных производителей, могут выполнить вмешательство по восстановлению работоспособности газомоторной

автомобильной техники. Стоимость зарубежных материалов и запасных частей для технического обслуживания и ремонта на порядок выше стоимости аналогичной продукции отечественного производства. Став зависимым от иностранного дилера, продавшего газовый автомобиль, покупатель платит сумму, равную первоначальной стоимости автомобиля в течение пяти лет.

Основные проблемы эксплуатации автомобилей, работающих на альтернативных топливах:

- чувствительная потеря мощности двигателя;
- мотор неравномерно набирает обороты;
- проблемы переключения с бензина на газ;
- большой расход топлива;

Зачастую эти проблемы решает оптимизация угла опережения зажигания и состава топливовоздушной смеси.

С целью подтверждения основных выводов, полученных в ходе теоретического анализа влияния на показатели ДВС и его регулировки перехода с бензина на сжиженный углеводородный газ, был проведен большой объем натурных экспериментов на экспериментальной установке с двигателем ВАЗ-1111. Для проведения экспериментов штатная система двигателя бензином была дополнена оборудованием для питания его сжиженным газом.

Ниже приведены некоторые результаты экспериментов. Для сокращения трудоемкости опытов было использовано их математическое планирование с применением центрального композиционного рототабельного униформ-планирования второго порядка. В итоге результаты экспериментов удалось предоставить в виде регрессионных уравнений:

$(N_e)_б$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$); $(N_e)_г$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$); $(g_e)_б$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$); $(g_e)_г$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$);

$(G_m)_б$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$); $(G_m)_б$=f(θ, α, n, $\varphi_{др}$) аналогичные связи были получены для эмиссии оксида углерода при работе на бензине и на газе. Здесь приняты следующие обозначения:

$(N_e)_б$, $(N_e)_г$ – эффективные мощности при работе на бензине и газе;

$(g_e)_б$, $(g_e)_г$ – удельные эффективные расходы топлива в тех же случаях;

θ – угол опережения зажигания;

α – коэффициент избытка воздуха в топливовоздушной смеси;

n – частота вращения вала двигателя;

$\varphi_{др}$ – угол открытия дроссельной заслонки, оценивается в % от его полного открытия.

Ниже в качестве примера приведены регрессионные уравнения, связывающие $(N_e)_б$ и $(N_e)_г$ с θ, α, n, $\varphi_{др}$:

$$(N_e)_б = -16{,}091 - 0{,}079\theta + 39{,}411\alpha + 0{,}0045n - 0{,}0497\varphi_{др} - 0{,}0024\theta^2 - 24{,}33\alpha^2 - \\ - 5{,}4\cdot 10^{-7} n^2 - 0{,}0009\varphi_{др}{}^2 + 0{,}197\theta\cdot\alpha + 2{,}18\cdot 10^{-5}\theta\cdot n - 7\cdot 10^{-5}\theta\cdot\varphi_{др} - 0{,}002\alpha\cdot n + \\ + 0{,}49\alpha\cdot\varphi_{др} + 4{,}93\cdot 10^{-5} n\varphi_{др} \quad (1)$$

$$(N_e)_г = -13{,}972 + 0{,}298\theta + 16{,}433\alpha + 0{,}005n - 0{,}043\varphi_{др} - 0{,}006\theta^2 - 10{,}69\alpha^2 - \\ - 7{,}5\cdot 10^{-7} n^2 - 0{,}0004\varphi_{др}{}^2 + 0{,}057\theta\cdot\alpha + 4{,}38\cdot 10^{-6}\theta\cdot n + 0{,}00033\theta\cdot\varphi_{др} + 0{,}00027\alpha\cdot n + \\ + 0{,}026\alpha\cdot\varphi_{др} + 3{,}3\cdot 10^{-5} n\varphi_{др} \quad (2)$$

С помощью уравнений (1) и (2) можно, в частности, определить углы опережения зажигания, обеспечивающие максимальные значения эффективной мощности как при работе на бензине, так и при работе на газе. В таблице 1 приведены для разных n и $\varphi_{др}$ значения θ (° ПКВ до ВМТ), соответствующие $(N_e)_{max}$ в числителе при работе двигателя на бензине, в знаменателе – на газе.

Таблица 1

Значения угла опережения, соответствующие $(N_e)_{max}$ при работе на бензине (числитель) и при работе на газе (знаменатель), α=0,95

$\varphi_{др}$	n, мин$^{-1}$					
	2000		3000		4000	
	θ, ° ПКВ до ВМТ	$(N_e)_{max}$, кВт·ч	θ, ° ПКВ до ВМТ	$(N_e)_{max}$, кВт·ч	θ, ° ПКВ до ВМТ	$(N_e)_{max}$, кВт·ч
30	31/29	6,8/6,1	36/29,5	8,9/8,8	40,5/30	10/10
50	31/29,5	7,2/6,5	36/30	10,3/9,9	40/30	12,3/11,8
70	31/30	6,9/6,64	35,5/30,5	10,9/10,7	39,5/31	14/13,2
90	30,5/30,5	5,9/6,4	35/31	10,9/11,1	39,5/31,5	14,9/14,3

Как видно, при переходе на питание двигателя с бензина на пропанобутановую смесь, для получения максимальной мощности требуются меньшие углы опережения зажигания, причем с увеличением частоты вращения различие это возрастает. Аналогичная закономерность имеет место и при иных значениях α. Особенно необходимо отметить, что потеря мощности при переходе на газовое топливо незначительна, а на некоторых режимах работы двигателя максимальная мощность при использовании СГ превышает максимальную мощность при использовании бензина.

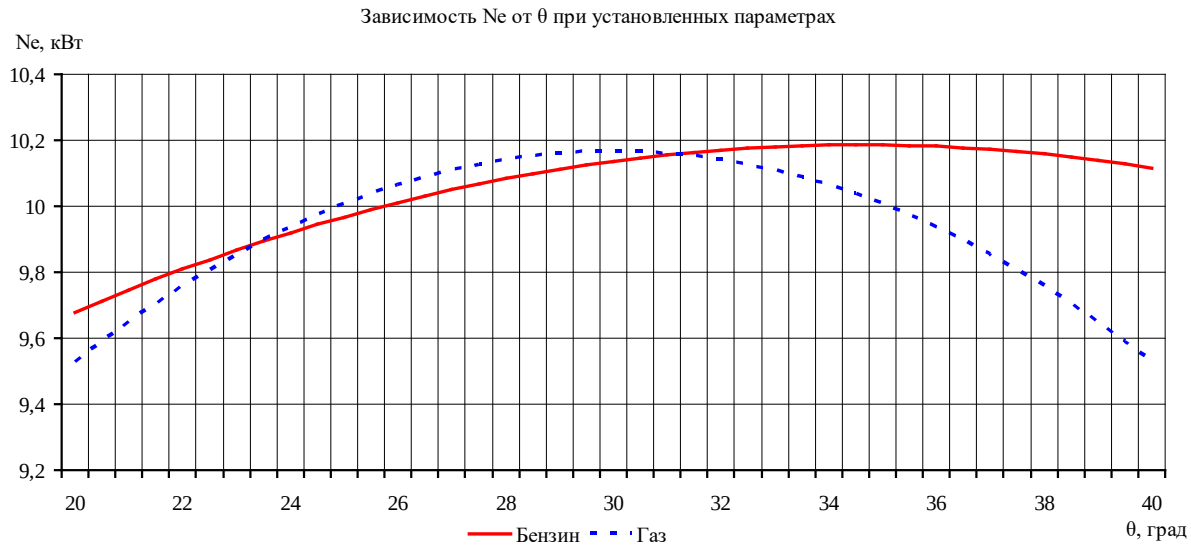


Рис. 1. Зависимость Ne от θ ($\varphi_{др}$=80%; n=2800 мин $^{-1}$; α=0,95)

Один из характерных режимов работы двигателя представлен на рисунке 1.

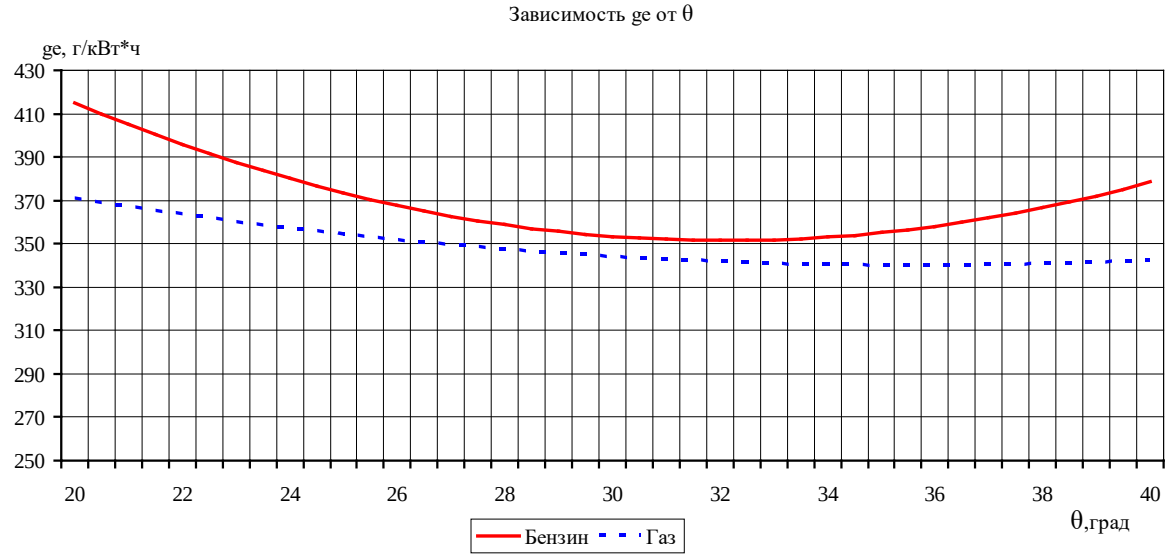


Рис. 2. Зависимость g_e от θ ($\varphi_{др}$=80%; n=2800 мин $^{-1}$; α =0,9)

Перевод карбюраторного бензинового двигателя ВАЗ-1111 на сжиженный газ желательно сопровождать изменением регулировок его систем зажигания и питания: угол опережения зажигания должен быть уменьшен в соответствии с данными таблицы 1, а топливовоздушная смесь обеднена (коэффициент избытка воздуха увеличен). Применение СГ вместо бензина при правильной регулировке смеси двигателя позволяет примерно вдвое сократить денежные затраты на топливо при эксплуатации автомобиля «ОКА». Переход с бензина на СГ положительно влияет на экологические характеристики этого автомобиля.

Библиографический список:

1. Федеральный закон от 04.11.2014 N 339-ФЗ "О внесении изменений в статью 14 Федерального закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической

эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

2. Генкин К.И. Исследование аппаратуры для газовых – автомобилей и ее влияние на работу двигателя. - Сборник научно исследовательских работ по автотракторному делу. - М.: Машгиз, 1938. -87 с.

3. ГБО 1-го поколения на автомобиле с карбюратором [Электрон. ресурс] Режим доступа: https://gbomotor.ru/

Savinov V.N. *Problems of operating cars on alternative fuels*

УДК 629.1-42

БВС ПОВЫШЕНИЕ ТЯГОВЫХ КАЧЕСТВ КОЛЁСНОГО ТЯГАЧА ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Жулай В.А., д-р техн. наук; Устинов Ю.Ф., д-р техн. наук; Тюнин В.Л., канд. техн. наук

Воронежский государственный технический университет

В данной статье приводиться результаты экспериментальных исследований колёсного тягача землеройно-транспортных машин при работе на тяговом режиме на грунтовой опорной поверхности при сдваивании ведущих колёс. Делается вывод о целесообразности сдваивания ведущих колёс на тяговом режиме работы.

This article presents the results of experimental studies of a wheeled tractor of earthmoving and transport vehicles when working in traction mode on a ground support surface when the driving wheels are doubled. The conclusion is made about the expediency of doubling the driving wheels in the traction mode of operation.

Ходовое оборудование землеройно-транспортных машин (ЗТМ) развивает силу тяги, обеспечивающую усилие на рабочем органе на операциях резания и перемещения грунта, воспринимает нагрузки и внешние силы, передаёт давление на грунт [1].

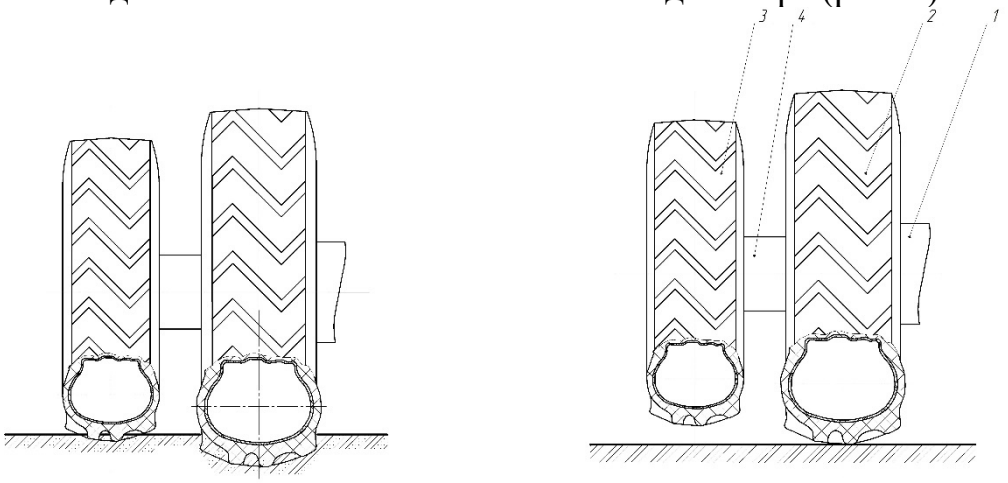
В ЗТМ применяется ходовое оборудование двух типов: колёсное и гусеничное. Преимуществом колёсных машин относительно гусеничных, является: высокий ресурс; возможность развития высоких транспортных скоростей; значительное снижение металлоёмкости конструкции, эксплуатационных расходов, при перебазировке - перемещение по дорогам общего пользования.

Недостатком колёсного ходового оборудования является невозможность полного использования сцепного веса из-за малого пятна контакта с опорной поверхностью.

Одним из вариантов повышения силы тяги колёсных машин является сдваивание ведущих пневматических колёс. Применение сдвоенных колёс одинакового размера на сельскохозяйственных тракторах исследованы в работах [2, 3, 4]. В результате сдваивания ведущих колёс повышаются тяговые возможности тракторов, снижается удельный расход топлива и уплотняющее воздействие на почву. Но применение этого способа приводит к увеличению сопротивления движения на транспортных операциях.

Так же существуют конструкции колёсного ходового оборудования с установленными дополнительными уширителями [5, 6, 7, 8], которые повышают сцепление ходового оборудования с опорной поверхностью. У данных конструкциях есть весомый недостаток - большая материалоёмкость и сложность в изготовлении и эксплуатации.

Для сохранения положительных качеств получаемых при сдваивании ведущих колёс и, при этом, отсутствии негативных факторов, предлагается устанавливать дополнительные колеса меньшего диаметра (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Колёсное ходовое оборудование с дополнительным колесом меньшего диаметра при движении по твёрдой а, и деформирующейся опорной поверхности б:
1 – ступица колеса; 2 – основное колесо с пневматической шиной;
3 – дополнительное колесо с пневматической шиной меньшего диаметра;
4 – соединительный диск.

Такое дополнительное колесо ЗТМ при движении по твёрдой опорной поверхности не входит в контакт с ней (рис. 1, а), тем самым не увеличивая сопротивление качению и устраняя износ дополнительного колеса.

При движении по деформирующейся опорной поверхности (рис. 1, б) основное ведущее колесо «закапывается» в грунт и в контакт с опорной поверхностью вступает дополнительное колесо. При этом увеличивается сила тяги землеройно-транспортной машины.

Рабочий процесс ЗТМ включает в себя тяговый и транспортный режимы. Применение данной конструкции ходового оборудования обеспечивает эффективность работы на слабонесущих грунтах, особенно в случае «закапывания» при повышенном буксовании колёс в тяговом режиме. При совершении транспортных операций на плотных грунтах и асфальтобетоне (высокие скорости и малое буксование) дополнительные колёса не включатся в работу и не увеличивают сопротивление движению и повороту.

Экспериментальные исследования тяговых и топливно-экономических качеств проводилось на колёсном тракторе Т-150К, используемом в качестве базового тягача прицепного и навесного оборудования землеройно-транспортных машин.

На задний мост трактора дополнительно устанавливались колёса меньшего диаметра, при этом передний ведущий мост отключался.

Торможение трактора осуществлялось специальной динамометрической тормозной установкой [9].

Оценка тяговых качеств при исследованиях проводилась как с дополнительными колёсами, так и без них (штатные колёса с шинами 21.3-24Р мод. ФД-14А с наружным диаметром 1400 мм, дополнительные – 14.00-20 мод. Я-307 с наружным диаметром 1220 мм).

Измеряемые показатели регистрировались комплектом мобильной цифровой аппаратуры, разработанной для проведения экспериментальных исследований динамических процессов в ЗТМ сотоящей из: системы датчиков; модуля ввода L-CARD E14-140; узла коммутации с автономным источником питания и энергонезависимого персонального компьютера типа notebook с «жестким» диском формата SDD [10].

В качестве опорных поверхностей были приняты: плотный грунт (12…14 ударов ударником ДОРНИИ, массовая влажность 11,3…12,7 %), рыхлый грунт (3…5 ударов, массовая влажность 15,5…16,0 %), песок (1…2 ударов, массовая влажность 9,8…12,3 %).

Анализ полученных зависимостей показывает, что:

На плотном грунте (рис. 2) основные параметры тяговой характеристики тягача с дополнительными колёсами практически равны параметрам характеристики тягача без дополнительных колёс. Тяговая мощность N_{max}, тяговый КПД η_{max} и удельный тяговый расход топлива $g_{\tau max}$ у тягача с дополнительными колёсами и без них равны. Только максимальная сила тяги по сцеплению T_{max} больше на 4,7%.

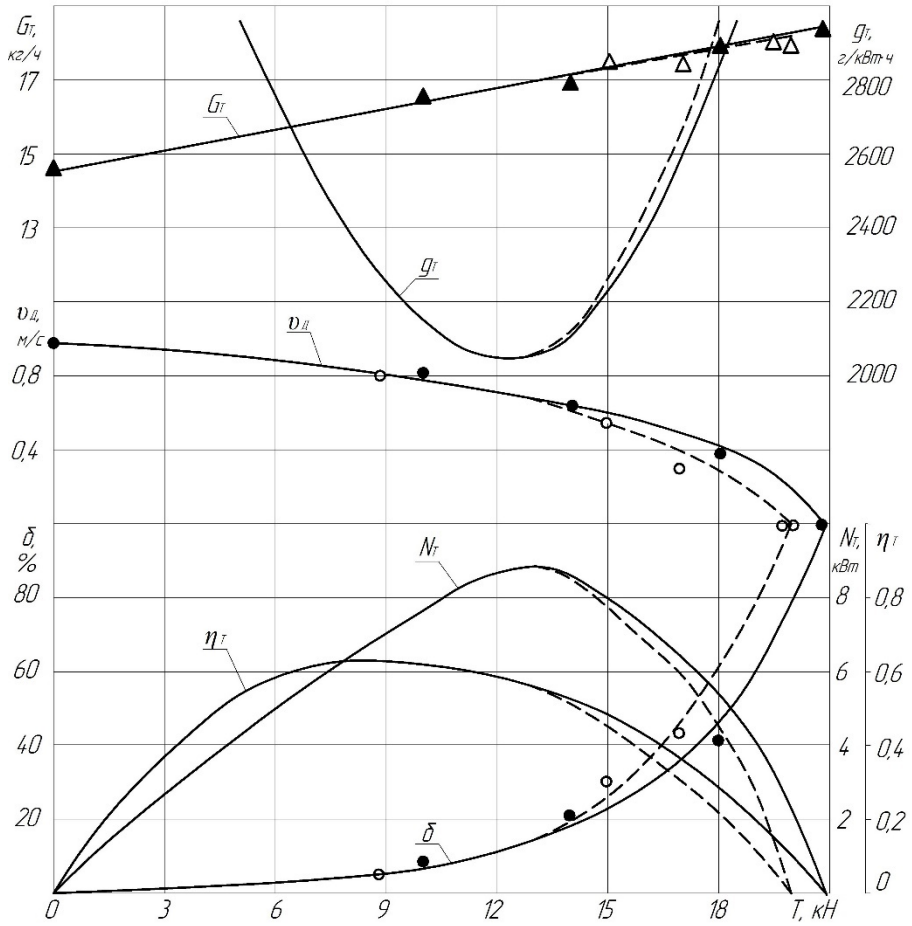


Рис. 2. Экспериментальная тяговая характеристика на плотном грунте без дополнительных колёс (индекс 1) и с дополнительными колёсами (индекс 2)

Полученные результаты показывают, что дополнительные колеса меньшего диаметра начинают входить в контакт с грунтом только при буксовании δ около 20% и силе тяги T ≈ 13 кН, и с дальнейшим увеличением силы тяги пятно контакта меньших шин увеличивается, что приводит к увеличению силы тяги по сцеплению движителя в целом.

На рыхлом грунте (рис. 3) дополнительные колёса меньшего диаметра входят в контакт с грунтом при буксовании δ = 2,5% или при силе тяги T = 6 кН, поэтому все параметры тяговой характеристики выше, чем без них.

Так максимальная сила тяги по сцеплению T_{max} больше на 7,7%, максимум тяговой мощности N_{max} больше на 14%, максимум тягового КПД η_{max} больше на 3,5%, а минимум удельного расхода топлива $g_{тmax}$ меньше на 13%.

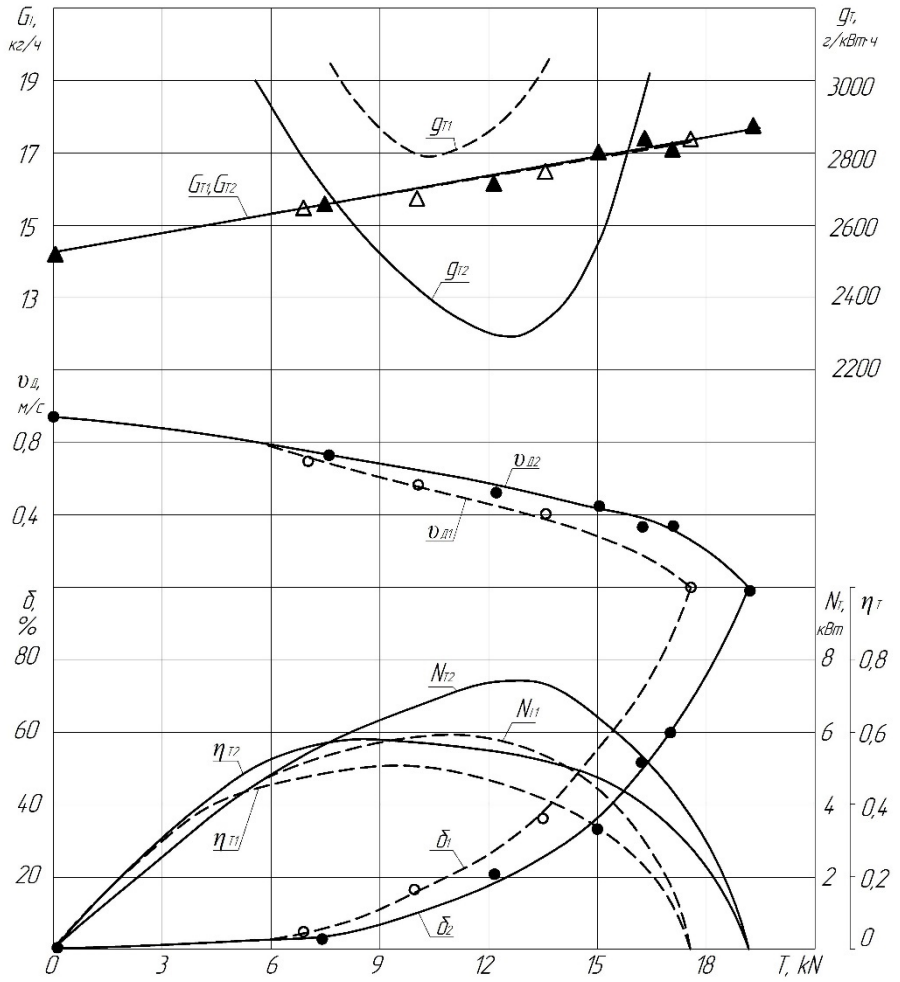


Рис. 3. Экспериментальная тяговая характеристика тягача на рыхлом грунте без дополнительных колёс (индекс 1) и с дополнительными колёсами (индекс 2)

Аналогичная картина наблюдается и на песке (рис. 4), где дополнительные колёса сразу входят в контакт с грунтом (δ =0, T = 0). Параметры тяговой характеристики тягача с дополнительными колёсами выше, чем без дополнительных колёс. T_{max} больше на 13%, N_{max} больше на 25%, η_{max} больше на 9,4%, $g_{тmax}$ меньше на 21%.

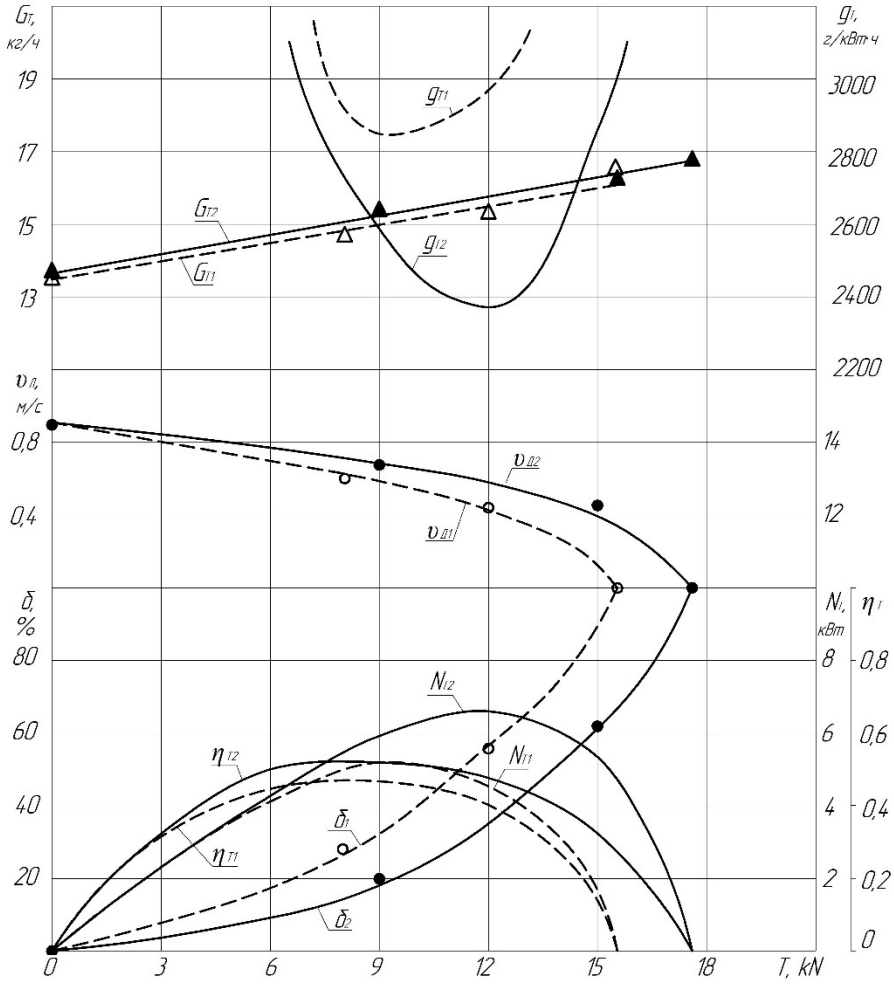


Рис. 4. Экспериментальная тяговая характеристика тягача на песке без дополнительных колёс (индекс 1) и с дополнительными колёсами (индекс 2)

Выводы

Применение дополнительных колёс меньшего диаметра на ведущих мостах землеройно-транспортных машин приводят к увеличению их тяговых качеств на любых грунтовых поверхностях, особенно на рыхлых грунтах.

Применение сдвоенных колёс позволяет воспринимать бо̀льшую вертикальную нагрузку, например, при догрузке задних колёс при копании прицепным скрепером. Так же сдвоенные колёса улучшают управляемость при внецентренном нагружении рабочего органа СКЗТМ.

Библиографический список:

1. Доценко А.И. Машины для земляных работ: учебник для студентов вузов / А.И. Доценко, Г.Н. Карасёв, Г.В. Кустарёв, К.К. Шестопалов. – М.: «Издательский Дом «БАСТЕТ», 2012. – 688 с.

2. Фролова Г.Н. Исследование тягово-сцепных свойств трактора МТЗ-82 со сдвоенными колёсами при криволинейном движении в условиях Дальнего Востока. Автореф. дисс. …канд. техн. наук. – Благовещенск, 2004.

3. Кузнецов Н.А.. Повышение эффективности использования агрегатов с трактором РТ-М-160 путем улучшения его тягово-сцепных свойств. Автореф. дисс. …канд. техн. наук. – Челябинск, 2007.

4. Андрианов А.В. Повышение технико-экономических показателей колёсного трактора совершенствованием движителя при выполнении весенних полевых работ (на примере ХТЗ-150К-09). Дисс. …канд. техн. наук. – Челябинск, 2015.

5. Пат. 2265526 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 15/08. Колесный движитель [Текст] / Курочкин И.М., Челноков С.С.; заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ) - № 2008119895/11; заявл. 23.06.03; опубл. 10.12.05, Бюл. № 32 (II ч.). – 6 с.

6. Пат. 2220052 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Вспомогательный диск для повышения проходимости транспортного средства [Текст] / Пичугин А.В.; заявитель и патентообладатель Пичугин А.В. - № 2002118096/20; заявл. 16.07.02; опубл. 27.12.03, Бюл. № 3 (II ч.). – 6 с.

7. Пат. 2511240 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26. Ведущее колесо транспортного средства [Текст] / Якимов Ю.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" - № 2012132931/11; заявл. 01.08.12; опубл. 10.04.14, Бюл. № 10 (II ч.). – 10 с.

8. Пат. 2449896 Российская Федерация, МПК B 60 B 15/26, B 60 B 15/22, B 60 B 15/08, B 60 C 27/20, B 60 C 27/04, B 60 C 27/02. Противопробуксовочное устройство [Текст] / Черниченко В.В., Черниченко С.В., Черниченко В.В.; заявитель и патентообладатель Черниченко Владимир Викторович - № 2011103498/11; заявл. 02.02.11; опубл. 10.05.12, Бюл. № 13 (II ч.). – 9 с.

9. Ульянов Н.А. Тормозная установка для тяговых испытаний землеройно-транспортных машин / Н.А. Ульянов, Л.Х. Шарипов. – В кн.: Исследование и расчёт строительных и дорожных машин, вып. 2. Воронеж, Изд-во ВГУ, 1975, с. 114-118.

10.Жулай В.А. Комплект мобильной цифровой аппаратуры для обеспечения проведения экспериментальных исследований землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай, А.В. Василенко, В.Л. Тюнин, А.В. Крестников // Механизация строительства. 2015 № 8. С 14-16.

Zhulai V.A., Ustinov Yu.F., Tyunin V.L. Improved traction performance wheeled tractor of earth-moving machine

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 XV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19—21 мая 2021 г., Волгоград

Публикуемые материалы соответствуют авторским оригиналам-макетам,
поступившим в оргкомитет конференции

Дизайн обложки: ***Близнякова Е.А., Глазунов И.И.***
Ответственные за выпуск: ***Лескин А.И., Глазунов И.И.***

Подписано в печать 30.08.2021
Гарнитура «Таймс». Формат 60х84/16.
Усл.-печ. 13,6 л. Уч.-изд. 14,4 л.
Тираж 50 экз. Заказ № 124

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
http:/www.vgasu.ru, info@vgasu.ru