

3) ликвидация потенциально опасных участков дорог, одновременно с этим максимальное информирование водителей и пешеходов об опасных условиях дорожного движения;

4) строительство и обустройство велосипедных дорожек и стоянок.

По данным Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, один километр дороги первой категории стоит 1,6 млн дол. В Могилеве рационально построить две полосы дороги с приоритетом для общественного транспорта на участке «остановка Габровская – Площадь Орджоникидзе – Площадь Ленина», так как здесь пролегают маршруты большинства направлений общественного транспорта, связывающие основные достопримечательности города, крупные фирмы и заводы, чем обусловлена большая загруженность данного отрезка транспортной системы города. На рисунке 1 выделен маршрут, по которому необходимо проложить дополнительные дорожные полосы.

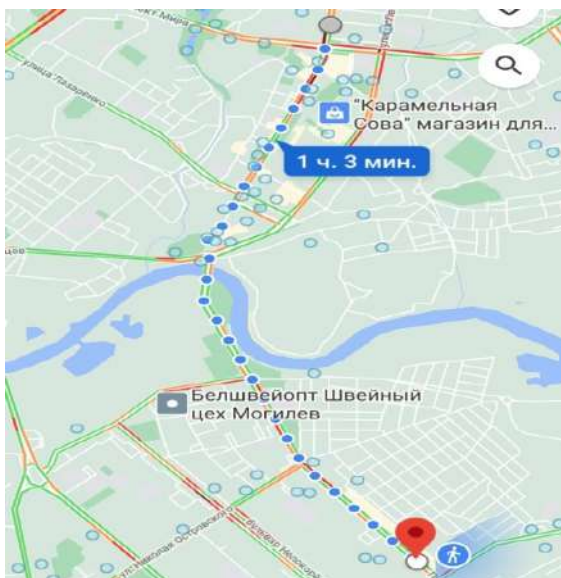


Рисунок 1 – Приоритетный маршрут построения дополнительных дорожных полос

лева двумя полосами с приоритетом общественного транспорта будет затрачено 55,13 % денежных средств, рассчитанных на реконструкцию дорог г. Могилева в 2020 году. Это поможет понизить уровень аварийности и увеличит пропускную способность одной из главных дорог города.

Приблизительная протяженность данного маршрута составляет 5 км, однако следует учесть, что дорога на участке Пушкинский мост – остановка «Гостиница турист» была реконструирована в 2016 году и теперь имеет по три полосы движения, следовательно, данный участок протяженностью 1,3 км расширять не надо.

Таким образом, расчет примерной стоимости прокладки двух полос I категории выглядит так:

$$(5 - 1,3) \cdot 1,6 \cdot 2 = 11,84 \text{ млн дол.}$$

По данным Государственной программы по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республики Беларусь на 2017–2020 годы размер финансирования мероприятий по реконструкции, ремонту и содержанию местных автомобильных дорог составляет 143 1621 531,93 руб., из них источники финансирования, рассчитанные на Могилевскую область в 2020 году, составляют 54 998 659 руб.

В общей сложности на мероприятие по обустройству наиболее загруженного участка дороги г. Могилева

#### Список литературы

1 Шураков, А. П. Зарубежный опыт организации обслуживания пассажиров городским пассажирским транспортом / А. П. Шураков // Автотранспортное предприятие. – 2008. – № 8.

2 Постановление Совета Министров от 18.09.2017 № 699 «Об утверждении Государственной программы по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2017–2020 годы». – Минск, 2017. – 26 с.

УДК 625.8

## МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ВЫСОКИМИ ТРАНСПОРТНЫМИ НАГРУЗКАМИ

*Д. И. БОЧКАРЕВ, П. А. КАЦУБО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Традиционно согласно принятым техническим нормативно-правовым актам при строительстве автомобильных дорог применяется асфальтобетон или цементобетон различных марок, которые отличаются не только по содержанию компонентов, но и по основным физико-механическим свойствам.

В то же время в процессе эксплуатации автомобильных дорог на отдельных участках с асфальтобетонным покрытием возникают дефекты в виде колеиности, вследствие пластической деформации и износа покрытия.

Для повышения несущей способности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и соответствия возрастающим требованиям безопасности движения необходимо внедрять новые технические решения, позволяющие преодолевать отмеченные недостатки.

В настоящее время существуют различные способы повышения сопротивления истираемости верхнего слоя покрытия автомобильной дороги. Основной из них – применение более прочных и износостойких асфальтобетонов, которые имеют повышенную сопротивляемость износу. Такой подход особенно важен при высокой интенсивности движения. Также не меньшее значение имеет улучшение свойств вяжущих в асфальтобетонной смеси. Поэтому в настоящее время основные направления исследований, направленных на повышение качества асфальтобетонных смесей, заключаются в модифицировании дорожных битумов различными добавками и внедрении технологий с использованием вяжущего альтернативного битуму.

В частности, представляет интерес использование технической серы. Кроме природных запасов, сера является побочным продуктом при переработке нефти, природных и топливных газов. Её использование в дорожном строительстве может решить не только задачу получения высококачественных материалов, но и вопрос утилизации серосодержащих отходов. Научно-исследовательским институтом бетона и железобетона (РФ) проведен ряд комплексных исследований композитных материалов на основе термопластичного серного вяжущего: уже изучены и разработаны способы по получению сероасфальтобетона, подготовлена нормативно-техническая документация, составлены карты изготовителей и поставщиков оборудования [1].

Кроме того, существует технология компакт-асфальт, называемая также «двухслойный асфальт», создателем которой является компания «Kirchner». Данная технология прошла в Европе (Польша, Германия, Голландия) апробацию, в ходе которой компакт-асфальт показал высокие результаты.

Согласно производственному опыту верхний слой покрытия (около 2 см) с повышенным содержанием вяжущего более износостойчив, а нижний, содержащий более крупнозернистый наполнитель, более устойчив к деформациям. При этом основной проблемой является сцепление слоев, так как в этом месте возникают максимальные сдвиговые нагрузки. Преодолеть данную проблему можно, применяя специализированную технику укладки, обеспечивающую укладку слоев одновременно за один проход (горячий по горячему). Уплотнение полученного покрытия производится традиционным способом за несколько проходов катком. Высокая теплоемкость более толстого нижнего слоя продлевает остывание, что позволяет достичь высокой плотности и надежного сцепления [2].

В Республике Беларусь также уделяется внимание поиску альтернативных материалов и решению проблем отходов производства и потребления и вторичного их использования. Одним из решений данной проблемы является использование в качестве дорожного покрытия термопласткомпозиата, который представляет собой химически стойкий конструкционный материал, изготовленный на основе термопластичных полимеров и традиционных минеральных наполнителей.

Применение таких дорожно-строительных материалов, не содержащих битумное вяжущее, поможет повысить физико-механические и эксплуатационные свойства автомобильных дорог, а также реализовать новые технологические процессы их строительства и ремонта.

Повышенный срок службы покрытий из термопласткомпозиата при минимальных затратах на их содержание, высокие транспортно-эксплуатационные свойства, ограниченные запасы нефти и невысокое качество битума, поставляемого для изготовления асфальтобетона, являются важными обстоятельствами определяющими перспективу применения термопласткомпозиата в дорожном строительстве [3].

Использование термопласткомпозиата на ответственных участках дорог позволит продлить сроки межремонтных периодов, увеличить эксплуатационные показатели дорожных покрытий, а также повысить безопасность движения. Кроме того, введение красителей позволит укладывать термопласткомпозиат разных цветов, что может использоваться для организации движения и дополнительного повышения его безопасности.

В настоящее время проведен ряд исследований по определению физико-механических свойств, а также сравнению рецептур данного материала, на основании которых сделаны выводы о перспективах использования термопласткомпозиата.

Анализируя результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что термопласткомпозиат, содержащий в качестве связующего полиэтилен высокого давления (ПЭВД), обладает

повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с термопласткомпозитом, содержащим смесь полиэтилена высокого давления и полипропилена, что указывает на перспективность использования первого.

Анализ физико-механических свойств термопласткомпозита и асфальтобетона традиционных типов А, Б, ЩМСц, также свидетельствует в пользу термопласткомпозита с ПЭВД. Так, предел прочности при растяжении термопласткомпозита выше на 76 %, водонасыщение ниже на 95 %, а набухание ниже на 83 % в сравнении с аналогичными показателями асфальтобетона. Данное сравнение полученных физико-механических свойств термопласткомпозита со свойствами асфальтобетона позволяет предположить возможность его использования при ремонте и строительстве ответственных участков автомобильных дорог и прогнозировать повышение их долговечности. В то же время стоимость термопласткомпозита составляет 1056,0 бел. руб./т, что на 90 % выше стоимости асфальтобетона. Это затрудняет его широкое использование в дорожном строительстве [4].

Однако применение термопласткомпозита может быть эффективно при устройстве покрытий мостов и путепроводов, где требуется выдерживать значительные нагрузки, а также на других высоконагруженных участках автодорог: полосах разгона и торможения, остановках общественного транспорта и других участках с большими транспортными нагрузками. Учитывая высокую стоимость сооружений и значительные затраты на их ремонт, а также возможный ущерб от потери несущей способности и расходы на устранение повреждений нагруженных участков дорог, применение термопласткомпозита может дать экономический эффект, заключающийся в снижении затрат на эксплуатацию всего транспортного объекта вследствие повышенной долговечности материала.

#### Список литературы

1 Новые материалы для дорожных покрытий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://newchemistry.ru>. – Дата доступа : 18.09.2020.

2 Дорожная технология Compact Asphal [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.nestor.minsk.by>. – Дата доступа : 18.09.2020.

3 **Кацубо, П. А.** Перспективы развития технологий покрытий автомобильных дорог / П. А. Кацубо, Р. Ю. Доломанюк, В. В. Петрусевич // Научная дискуссия современной молодежи: Актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. статей IX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и просвещение, 2019. – С. 15–17.

4 Оценка физико-механических свойств термопласткомпозитов для их применения в технологических процессах строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог / Д. И. Бочкарев [и др.] // Автомобильные дороги и мосты. Научно-технический журнал. – 2019. – № 2(24). – С. 44–48.

УДК 625.143.[51+543]

## РАЗРАБОТКА ОБЛЕГЧЕННОЙ РЕГУЛИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЛЬСОВОГО СКРЕПЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Д. И. БОЧКАРЕВ, А. С. ПОСТНИКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*Т. А. СОКОЛОВА, А. Г. РИМАШЕВСКИЙ*

*Частное торговое унитарное предприятие «Червоніца», г. Минск, Республика Беларусь*

*В. А. ДУБРОВСКИЙ*

*Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель*

Большинство эксплуатируемых на Белорусской железной дороге и ОАО «РЖД» конструкций рельсовых креплений отличаются высокой металлоемкостью, а также содержат значительное количество элементов. Это приводит к повышению стоимости изделий, снижает надежность узла крепления в целом, увеличивает затраты на текущее содержание.

Одной из наиболее распространенных конструкций верхнего строения пути железных дорог и, в особенности, подъездных путей предприятий, колеи 1520 мм на железобетонных шпалах с рельсами типа Р65 является система КБ (рисунок 1) [1].