

срок окупаемости которой составляет 34,9 года при сроках эксплуатации на Белорусской железной дороге более 50 лет. Основное количество планируемого к закупке специального подвижного состава имеет срок окупаемости менее 9 лет при сроке его фактической эксплуатации порядка 40 лет.

4 Экономическая эффективность применения аккумуляторного инструмента показывает, что годовые расходы на его содержание более чем в сорок раз меньше по сравнению с инструментом, имеющим привод от двигателя внутреннего сгорания, а его стоимость в четыре раза меньше при практически одинаковых технических характеристиках.

5 Оборудование централизованных стрелочных переводов технологическим подогревом с системой дистанционного управления, диагностики и мониторинга (далее – электрообогрев) позволит обеспечить вывод работников путевого хозяйства из опасной зоны производства работ. Срок окупаемости электрообогрева без учета стоимости работ по очистке снега рабочим персоналом составляет 1,2 года и достигается за счет отсутствия необходимости организации круглосуточных дежурств монтеров пути.

Каждое из обозначенных направлений имеет достаточную экономическую эффективность и позволит значительно снизить эксплуатационные расходы за счет оптимизации штатной численности.

Как видно, современная тенденция постоянно развивающихся технологических процессов диктует условия не только по совершенствованию подходов в эксплуатационной деятельности, но и определяет необходимость в развитии материально-технической базы путевого хозяйства.

Реализация указанных направлений предусматривает следующие задачи:

– оптимизация расходов за счет совершенствования технологических процессов, применения ресурсосберегающих и инновационных технологий, позволяющих при безусловном обеспечении безопасности движения поездов снизить трудо- и ресурсоемкость содержания железнодорожных путей при увеличении производительности труда;

– укрепление материально-технической базы, направленное на своевременное обновление морально устаревшего и физически изношенного специального железнодорожного подвижного состава и автотракторной техники, в том числе для обеспечения мобильности путевых бригад в условиях увеличения зоны обслуживания и нехватки кадров в связи с изменениями на рынке труда.

УДК 625.8

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕНИРУЮЩИХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

*М. С. МОРДАС, З. А. ИСАЕНЯ, Е. М. ЖУКОВСКИЙ*  
*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Обеспечение безопасности дорожного движения – одна из ключевых задач транспортной отрасли. В Республике Беларусь, как и за рубежом, большинство автомобильных дорог имеют асфальтобетонное покрытие. Состояние данного покрытия предопределяет безопасность дорожного движения. В связи с этим работы в области повышения надежности автомобильных дорог являются перспективным научным направлением.

Во время выпадения осадков вода скапливается на поверхности дорожного покрытия, создавая для водителей опасные условия движения по автомобильным дорогам, которые подразумевают собой потерю сцепления колеса с покрытием из-за неспособности шины отводить большое количество воды. Это приводит к аквапланированию, снижению видимости на дорогах и увеличению количества брызг от проезжающих автомобилей, что снижает общую безопасность движения на объектах транспортной инфраструктуры.

С конца 1960-х годов в дорожном строительстве получил распространение дренирующий асфальтобетон, применяемый в качестве покрытия автомобильных дорог поверх плотного асфальтобетона. Данное покрытие имеет систему открытых пор в количестве 15–25 % от минеральной части асфальтобетона. Благодаря высокой пористости, попадающая на покрытие вода не застаивается, а

по системе пор уходит вглубь слоя и отводится на обочину. При использовании этой технологии исключается появление пленки воды на поверхности покрытия, а также технология не позволяет проникать воде в нижние слои основания, что исключает снижение прочности всей конструкции. Коэффициент сцепления данного покрытия на 30 % выше, что является одним из важных критерием безопасного движения по автомобильным дорогам [1].

Данное покрытие используют при строительстве автомобильных дорог (в настоящее время в Республике Беларусь дренирующий асфальтобетон не применяется) с целью повышения коэффициента сцепления при выпадении осадков. Во время движения автотранспорта по дренирующему асфальтобетону со скоростью 100 км/ч коэффициент сцепления снижается на 20 %, а по плотному асфальтобетону – на 50 %. Дренирующий асфальтобетон рассчитан на эксплуатацию в покрытии автомобильной дороги в течение 15 лет [2].

Дренирующие асфальтобетонные смеси представляют собой эффективное решение для повышения безопасности объектов транспортной инфраструктуры. Их ключевая особенность – высокая проницаемость, позволяющая эффективно отводить воду с поверхности автомобильной дороги.

При исследовании возможности применения дренирующих асфальтобетонов на объектах транспортной инфраструктуры, таких как автомобильные дороги, внутридворовые территории, пешеходные дорожки, тротуары и аэродромы, был использован метод анализа литературных источников и технических нормативных правовых актов по теме исследования. Также в лаборатории были изготовлены образцы дренирующего асфальтобетона и проведены испытания для определения их физико-механических свойств.

По результатам испытаний можно сделать вывод, что образцы дренирующего асфальтобетона соответствуют пределу прочности на сжатие высокопористому асфальтобетону марки II по нормативному документу Республики Беларусь СТБ 1033-2016 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон» [3]. А также показатели физико-механических свойств дренирующего асфальтобетона соответствуют нормативным требованиям для высокопористых асфальтобетонов, таким как водонасыщение, набухание и остаточная пористость.

Применение дренирующих покрытий показало свою эффективность в различных климатических условиях. Однако существует ряд факторов, влияющих на долговечность таких покрытий. Основные проблемы связаны с пониженной коррозионной устойчивостью и склонностью к трещинообразованию. Использование дренирующих асфальтобетонов в Республике Беларусь затруднено в связи с большим количеством температурных циклов, во время которых содержащиеся влагу грунтовые частицы увеличиваются и разрушают структуру дренирующего асфальтобетона.

Для повышения срока службы рекомендуется использование модифицированных битумов и специальных добавок, улучшающих эксплуатационные характеристики материала.

С целью обеспечения оптимальных свойств дренирующего асфальтобетона используют битум, устойчивый к температурным колебаниям, и щебень различных фракций (5–20 мм) для повышения прочности и долговечности покрытия. При укладке дренирующего асфальтобетона на аэродромах необходимо нижний слой покрытия выполнять из плотного асфальтобетона, который не пропускает воду в слои основания, а также соблюдать поперечные уклоны для эффективного отвода воды к обочинам аэродрома.

Ключевые преимущества использования дренирующих асфальтобетонов:

- 1 Высокая пористость материала, которая способствует эффективному отводу воды.
- 2 Повышение безопасности за счет уменьшения риска аквапланирования и скольжения на взлетно-посадочных полосах аэродромов и автомобильных дорогах.
- 3 Улучшение видимости во время выпадения осадков. Уменьшение количества брызг от впереди идущих автомобилей повышает общую видимость на дороге.
- 4 Повышение сцепления. Улучшенные сцепные качества покрытия особенно важны в условиях влажной погоды.
- 5 Снижение уровня шума. Особая текстура поверхности способствует уменьшению шума от взаимодействия шин с покрытием.
6. Снижение риска водной эрозии и разрушения покрытия.
- 7 Высокая стойкость к колееобразованию из-за высокого содержания щебня в составе асфальтобетонной смеси [4].

Применение покрытий с дренирующим асфальтобетоном целесообразно на элементах обустройства городских улиц и внутридворовых территориях, где недопустимо движение тяжелых транспортных средств, на автомобильных дорогах, имеющих наименьший продольный уклон, а также на элементах аэродромов с жесткими дорожными одеждами. Это позволит ускорить отвод воды с поверхности покрытия, избежать эффекта аквапланирования, снизить затраты на обслуживание аэродрома за счет уменьшения риска водной эрозии, а также увеличить безопасность полетов благодаря улучшению дренажных свойств покрытия.

Использование дренирующих асфальтобетонов – перспективное направление для повышения безопасности транспортной инфраструктуры. Правильный выбор состава и технологии укладки позволяет создать долговечное и эффективное покрытие, улучшающее общие условия движения.

#### Список литературы

1 **Ширяев, Н. И.** Применение дренирующих асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов в верхних слоях покрытия автомобильной дороги / Н. И. Ширяев, А. С. Ефимочкин // Строительство и архитектура-2017. Дорожно-транспортный факультет : материалы науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 28–30 нояб. 2017 г. / Министерство образования и науки; Донской государственный технический университет, Академия строительства и архитектуры. – Ростов н/Д : Донской гос. техн. ун-т, 2017. – С. 13–17.

2 **Порин, В. О.** Особенности производства, устройства и преимущества дренирующих асфальтобетонов / В. О. Порин, С. А. Чудинов // Материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. – С. 674–677.

3 **Дьяков, К. А.** Дренирующие асфальтобетоны. Опыт и перспективы применения / К. А. Дьяков, Р. М. Черсков, Е. В. Зинченко // Строительные материалы. – 2013. – № 5. – С. 4–7.

4 **Мордас, М. С.** Оценка эффективности применения базальтового волокна в дренирующем асфальтобетоне / М. С. Мордас, Е. М. Жуковский // V Бетанкуровский международный инженерный форум : сб. тр., Санкт-Петербург, 29 нояб. – 1 дек. 2023 г. В 2 т. – СПб. : Петерб. гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I, 2023. – С. 53–56.

УДК 625.745.21

## ОСОБЕННОСТИ СООРУЖЕНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОДОРОГАХ МЕТОДОМ ПРОДАВЛИВАНИЯ

*М. Ю. НИКИТЕНКО, Г. В. АХРАМЕНКО, Е. А. ГУЛЕВИЧ  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одним из ключевых элементов, обеспечивающих надежную и долговечную эксплуатацию автомобильных дорог, являются водопропускные сооружения. Актуальность устройства и содержания водопропускных сооружений обусловлена необходимостью защиты транспортных коммуникаций от эрозии, подтоплений и просадок, которые могут привести к значительным материальным потерям и угрозе безопасности дорожного движения. В условиях изменения климата, увеличения интенсивности осадков и расширения дорожной сети растет потребность в эффективных, экономически обоснованных и экологически безопасных решениях в области водоотведения.

К числу наиболее распространенных видов традиционных водопропускных сооружений относятся трубы (железобетонные, металлические, асбестоцементные), мостовые конструкции малых пролетов, а также лотки и каналы. Их строительство обычно включает этапы подготовки основания, укладки элементов сооружения, устройства дренажных систем и последующей засыпки грунтом с уплотнением. Технологии, применяемые при этом, отличаются относительной простотой, доступностью материалов и отработанными нормативами. Несмотря на длительную историю применения, традиционные методы не всегда отвечают современным требованиям по скорости возведения, экологической устойчивости и ресурсоэффективности.

Цель применения метода продавливания – обеспечить устройство водоотводных коммуникаций без разрушения существующих объектов, с минимальными нарушениями окружающей среды и транспортной инфраструктуры. Это особенно актуально при строительстве и реконструкции автомобильных дорог, железнодорожных путей, в условиях городской застройки, а также при пересечении водотоков.

Преимущества метода продавливания включают: