

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОМ РЕЖИМОМ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА: НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

Томшис Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается разработка охлаждающе-обогревающей системы асфальтированного покрытия и ее пути применения в устойчивых транспортных системах. Предложенная система представляет собой автоматизированный комплекс для поддержания оптимальной температуры асфальта, использующий датчики, систему опрыскивания и углеродный кабель.

Устойчивое функционирование транспортной системы является ключевым фактором развития современного мегаполиса [1], которым является сегодня г. Минск. Общая протяженность уличной сети г. Минска составляет около 1,5 тыс. км, а площадь асфальтированного покрытия уличной сети в г. Минске составляет около 25 млн кв. м. В среднем ширина проезжей части составляет 17 м. Плотность уличной сети составляет приблизительно 4,24 км дорог на 1 км² территории города. Среди областных центров наибольшей протяженностью отличается Гомель – около 720 км, за ним следуют Витебск (более 620 км) и Могилев (более 580 км). Уличная сеть Гродно составляет около 550 км, а наименьшая протяженность среди перечисленных областных центров наблюдается в Бресте – более 450 км.

Поддержание этой сети в надлежащем эксплуатационном состоянии представляет собой сложную задачу, особенно в условиях усиливающегося влияния климатических факторов. Актуальной проблемой современных городов является изменение климата, в частности, заметное повышение летних температур воздуха [2; 3]. Это приводит к значительному нагреву асфальтобетонных покрытий, температуры которых могут превышать 50–55 °С.

Экстремальный нагрев провоцирует ряд негативных последствий:

- увеличивается выделение в атмосферу легких фракций органического вяжущего, что отрицательно сказывается на здоровье населения;
- усиливается тепловое загрязнение городского пространства;
- ускоряется колееобразование на покрытии и поднимается пыль.

В зимний период основной проблемой становится ухудшение безопасности движения из-за образования гололедицы. Ситуация усугубляется тем, что количество переходов температуры покрытия через 0 °С (наиболее благоприятный момент для гололедицы) может превышать 100 случаев за зиму.

Предлагаемый путь решения данной проблемы – это охлаждающе-обогревающая система асфальтированного покрытия. Конструктивно система представляет собой комплекс, включающий опрыскиватель с фильтром (встроенный в бордюрный камень), насос и подземный резервуар для сбора дождевой воды. Для автоматизации работы необходимы датчики считывания температуры. Для обогрева применяется углеродный кабель.

Принцип работы в жаркое время года следующий:

- датчики фиксируют температуру среды и покрытия;
- если показатели превышают норму, насос подает воду из резервуара на дорожное покрытие через опрыскиватели, система проводит повторные измерения и анализ;
- при достижении нормы она прекращает работу;

– в противном случае – продолжает;
– остатки использованной воды сливаются обратно в резервуар, где проходят фильтрацию для очищения от мусора и запускается процесс рециркуляции.

В зимний период система работает по схожему принципу для борьбы с гололедом, когда возникает угроза безопасности движения. Датчик считывает температурные показатели. Если они не в пределах нормы, начинает работать углеродный кабель, который находится под верхним слоем асфальтобетонного покрытия. Тающий лед и снег стекают в резервуар для воды. Спустя некоторое время работы системы снова происходит измерение температурных показателей. Если все показатели в норме, то система перестает обогревать, если нет – продолжает работать.

Сравнительный анализ предложенной системы с существующей альтернативной технологией для летнего времени – использованием поливочных машин. Анализ выявил существенные недостатки традиционного метода: машины работают по определенному графику, что означает, что обслуживание дорожной сети также происходит по графику. Использование техники является дорогим, поскольку требуются затраты на обслуживание и ремонт самих машин. Высокие эксплуатационные затраты сформированы заработной платой водителей. В условиях дефицита водителей также является критичным вопрос выпуска поливочных машин на линию. Кроме того, отмечается большой расход воды для работы. Также при работе поливочных машин в атмосферу выделяются отработавшие газы, что ведет к загрязнению окружающей среды.

Таким образом система позволяет автоматизировать работу охлаждения и обогрева дорожного покрытия в любое время суток и при любых погодных условиях. Ключевыми преимуществами системы являются: снижение эксплуатационных затрат, эффективное препятствование образованию колеи, повышение безопасности движения и способствование развитию устойчивой городской мобильности.

Предложенная система терморегуляции асфальтобетонных покрытий обеспечивает значительное улучшение городской среды и транспортной инфраструктуры. Главное преимущество системы состоит в ее полной автоматизации для охлаждения и обогрева дорожного полотна в любое время суток и при любых погодных условиях. В отличие от существующих методов, данная разработка требует меньше затрат на ее эксплуатацию. Экологический и эксплуатационный эффект достигается за счет снижения теплового загрязнения, уменьшения выделения летучих органических фракций из асфальта, предотвращения колееобразования, и, что критически важно, существенного повышения безопасности дорожного движения за счет борьбы с гололедицей в зимний период. Таким образом, внедрение этой системы является ключевым фактором в устойчивом развитии городов.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Оценка состояния транспортной системы городов Полоцка и Новополоцка / Д. В. Капский [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 98–102.
3. Assessment measures developed to improve quality of route transport Polotsk and Novopolotsk / D. Kapski, S. Semchenkov, I. Gamulsky [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – P. 03003.