

Список литературы

- 1 Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надежности : утв. распоряжением ОАО «РЖД» №2706/р от 22.12.2017) // КонсультантПлюс.Россия : справ. правовая система (дата обращения : 02.10.2025).
- 2 Железобетонные шпалы для рельсового пути / А. Ф. Золотарский, Б. А. Евдокимов, Н. М. Исаев [и др.] ; под. ред. А. Ф. Золотарского. – М. : Транспорт, 1980. – 270 с.
- 3 Инструкция по ведению шпального хозяйства с железобетонными шпалами : утв. распоряжением от 12.02.2014 г. № 380р // Трудовой десант. – URL : <https://www.tdesant.ru/info/item/270> (22.09.2025).
- 4 ГОСТ 33320-2015. Шпалы железобетонные для железных дорог. Общие технические условия. – Введ. 01.03.2016. – М. : Стандартинформ, 2019. – 39 с.

УДК 625.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГАХ

Э. П. САЗАНЧУК, Н. И. ШИШКО

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Безопасность дорожного движения – это одна из наиболее актуальных проблем в мире. Ежегодно миллионы аварий происходят из-за таких факторов, как плохое состояние дорог, отсутствие своевременных предупреждений об изменении дорожных условий, невнимательность участников дорожного движения, пренебрежение правилами дорожного движения, а также выход диких животных на проезжую часть. Проблема тяжелых последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) с участием крупных диких животных все также остается актуальной и в мировом масштабе [1]. Разработка дополнительных мероприятий, способных снизить уровень аварийности на загородных участках дорог, спасти жизни людей и защитить диких животных от гибели, – важный и актуальный вопрос.

Развитие интеллектуальной инфраструктуры предлагает инновационные решения для повышения безопасности, среди которых – интеграция пьезоэлектрических элементов в дорожное полотно.

Механическая энергия – самый распространённый и универсальный вид энергии, доступный в окружающей среде. Перемещения, колебания и вибрация источника могут быть уловлены и преобразованы в электрическую энергию посредством преобразования механики в электричество [2].

Принцип действия пьезоэлектрических элементов заключается в том, что пьезоэлектрические материалы генерируют заряд под действием механического воздействия. Это явление, известное как пьезоэлектрический эффект, возникает из-за того, что приложенное давление вызывает перемещение электрических зарядов в кристаллической решётке материала, создающее разность потенциалов (напряжение) на его поверхности. В основе этого эффекта лежит особая структура кристаллов, в которых отсутствует центр симметрии. Когда кристалл деформируется, положительные и отрицательные заряды смещаются, из-за чего появляется электрическое поле.

Пьезоэлектрические элементы могут быть как кварцевыми, так и синтетическими, такими как титанат бария или пьезокерамика. Современные технологии позволяют создавать мягкие и гибкие пьезоэлементы, которые можно интегрировать в различные поверхности, включая дорожное покрытие. Проезд автомобиля на участке дороги с электрическими пьезоэлементами в дорожном покрытии вызывает деформацию этих элементов – механическое воздействие от веса и движения транспортных средств. В результате преобразования механического воздействия генерируется электрический сигнал, который можно интегрировать в различные сферы. Кроме того, благодаря способности создавать электричество при механическом воздействии, пьезоэлементы могут использоваться для сбора энергии, которая в перспективе может питать различные устройства, например, освещение или системы оповещения, или же осуществлять охранную функцию. Это делает их не только функциональными с точки зрения безопасности, но и энергоэффективными, что особенно важно для совместимости с «умными» технологиями.

Преимущества использования пьезоэлементов для повышения безопасности дорожного движения заключаются в их уникальной способности преобразовывать механическую энергию, возника-

ющую при движении транспортных средств, в электрическую. Встроенные в дорожное покрытие пьезоэлементы способны улавливать давление, создаваемое колесами автомобилей, и преобразовывать его в электрический заряд. Эта энергия значительно снижает зависимость от традиционных источников питания и способствует созданию более автономных и энергоэффективных систем.

Кроме того, пьезоэлементы обеспечивают возможность мониторинга дорожной обстановки в режиме реального времени. Они фиксируют изменения давления, вызванные движением транспортных средств, что позволяет получать точные данные о количестве автомобилей, их скорости и весе. Такая информация становится незаменимой для выявления потенциально опасных ситуаций, например, перегрузки транспортных средств или скопления машин в определённых участках дороги. Благодаря этому можно оперативно принимать меры по регулированию трафика и предотвращению аварий. Ещё одним важным преимуществом является высокая долговечность и надёжность пьезоэлектрических материалов. В отличие от механических датчиков, которые имеют подвижные части и подвержены износу, пьезоэлементы представляют собой твердотельные устройства, не содержащие движущихся компонентов. Это значительно снижает необходимость в техническом обслуживании и ремонте, что особенно важно для элементов, встроенных в дорожное покрытие и подвергающихся постоянным нагрузкам и воздействию окружающей среды.

Интеграция пьезоэлементов с современными интеллектуальными транспортными системами открывает новые возможности для повышения безопасности на дорогах. С помощью таких систем можно своевременно предупреждать водителей о приближающихся опасностях и предотвращать их. Например, при обнаружении резкого торможения или скопления автомобилей пьезодатчики могут передавать сигнал на электронные табло или мобильные приложения, информируя участников движения и помогая избежать аварийных ситуаций.

Интеграция пьезоэлектрических элементов в дорожное покрытие – это перспективный подход к повышению безопасности на дорогах. Она открывает возможности для мониторинга в реальном времени, сбора энергии и интеллектуального управления трафиком. Долговечность пьезоэлементов, низкие эксплуатационные расходы и многофункциональность делают их идеальными для современной «умной» инфраструктуры. По мере развития технологий широкое внедрение пьезоэлектрических систем может значительно сократить количество аварий и повысить эффективность транспортных сетей в Республике Беларусь.

Список литературы

1 Сазанчук, Э. П. Анализ аварийности с участием диких животных на участках загородных дорог / Э. П. Сазанчук ; науч. рук. Н. И. Шишко // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений : материалы IX Междунар. студ. конф. ; редкол. : С. Е. Кравченко (пред.) [и др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 585–587.

2 A novel composite multi-layer piezoelectric energy harvester / Q. Lu, L. Liu, F. Scarpa [et al.] // Compos. – 2018. – Vol. 201. – P. 121–130.

УДК 625.76

УЧЕТ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Н. Р. СМЕРНОВ

Дорожно-строительный трест № 2, г. Гомель, Республика Беларусь

Ремонтные мероприятия, реализуемые на сегодняшний день в дорожной отрасли, требуют корректировки в связи с потенциальными изменениями климатических параметров нашего региона. Климат определяет сроки начала и окончания дорожных работ, температурный интервал работы дорожной одежды, интенсивность разрушения дорожного покрытия и пр. Климатические параметры непостоянны. За прошедшие годы можно отметить тенденцию (рисунок 1) к превышению среднегодовой температуры над климатической нормой. Отклонения среднегодовой суммы осадков от климатической нормы носят несистемный характер – отмечается некоторое увеличение суммы осадков, сопряженное с неравномерным их выпадением [1].