

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

И. С. МЕЛЬНИКОВА, В. И. БОРИСОВ
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

При постоянном совместном воздействии погодно-климатических факторов и транспортной нагрузки дорожные покрытия подвержены возникновению различных повреждений уже после 2–3 лет с периода строительства. Неровности в виде колеи, трещин, просадок, выбоин снижают долговечность дорог, отрицательно сказываются на эффективности работы автомобильного транспорта [1]. Актуальной является задача выявления повреждений на поверхности дорожных покрытий и их ликвидация на ранней стадии, пока небольшие разрушения не привели к образованию крупных дефектов.

Для обнаружения повреждений конструкции дорожной одежды в Республике Беларусь нашли применение следующие способы [2]:

- комплект георадарного оборудования «Око», позволяющий выявлять дефекты в дорожной одежде и грунтах земляного полотна; принцип работы основан на передаче антенной в исследуемую среду электромагнитного импульса, отражающегося от предметов в ней или от границы раздела сред;
- система дистанционного мониторинга мостовых сооружений, позволяющая контролировать механические напряжения в металлических конструкциях на основе применения магнитоиндукционных датчиков;
- установка ИПМ-1 для определения физико-механических характеристик асфальтобетонов, позволяющая оперативно определять физико-механические свойства дорожно-строительных материалов;
- лаборатория визуального сканирования камерой линейного сканирования (LineScan); принцип работы заключается в непрерывной продольной съемке покрытия высокоскоростной специализированной цифровой камерой с последующей компьютерной обработкой полученных изображений.

Поиск способа получения лучшего контраста изображения и упрощения процесса диагностики и обработки результатов при обследовании дорожных покрытий позволил авторам предложить в качестве альтернативного метода диагностики дорог использовать метод термографии, основанный на применении тепловизора для съемки и визуализации тепловой карты физического объекта благодаря собственному тепловому излучению объекта в инфракрасной области спектра. Применение тепловизоров получило распространение в дорожном строительстве при контроле температуры асфальтобетонной смеси при ее укладке. Экспериментально доказаны некоторые преимущества дан-

ного способа по сравнению с обычной фиксацией изображения покрытия цифровыми фото- и видеокамерами, например, при выявлении мелких трещин шириной раскрытия 1–2 мм [3], однако, в диагностике дорог тепловизионный контроль недостаточно развит.

Авторами проведены исследования с применением метода конечных элементов: создавалась математическая модель слоя асфальтобетонного покрытия с поверхностными повреждениями, схема которого приведена на рис. 1. Рассматривались наиболее распространенные повреждения покрытия – трещины шириной раскрытия от 1 до 25 мм и глубиной от 2 до 20 мм. Градиент температуры с глубиной слоя покрытия задавался на основании экспериментальных данных по существующей дороге в зависимости от времени года и с учетом суточных колебаний температуры покрытия [4]. Результаты математического моделирования при оценке температурного поля в слое асфальтобетонного покрытия показали, что различие в абсолютных значениях температуры на поверхности дорожного покрытия и на дне трещины составляет от 0,8 до 4 °С.

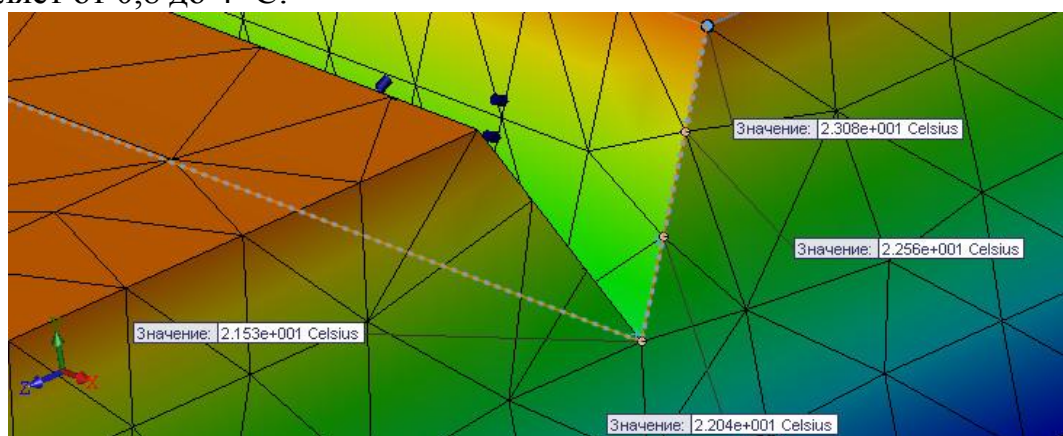


Рис. 1. Распределение температурного поля внутри трещины шириной раскрытия 20 мм и глубиной 20 мм

Авторами проведены лабораторные исследования асфальтобетонных образцов с различными дефектами и экспериментальные исследования на дорожном асфальтобетонном покрытии с трещинами. При испытаниях использовался тепловизор длинноволнового спектра с неохлаждаемой матрицей EasIRTM-4. В лаборатории был обеспечен постоянный нагрев образца снизу с использованием разработанной и собранной авторами установки с нагревательным элементом. Температура нагревательной пластины установки, а также режимы нагрева/охлаждения, регулировались микроконтроллером. Контроль температуры на пластине и по высоте образца осуществлялся датчиками температуры, контроль тепловизором – сверху перпендикулярно поверхности образца.

В качестве исследуемых образцов изучались асфальтобетонные образцы цилиндрической формы и формы прямоугольного параллелепипеда с трещинами шириной от 0,5 до 5 мм и глубиной от 5 мм до 9,5 см (в зави-

симости от высоты образца). Трещины в образцах-балочках шириной до 1 мм были образованы естественным образом, в цилиндрических образцах – моделировались в виде искусственных дефектов (пропилов шириной 4–5 мм и глубиной от 10 до 95 мм). Результаты регистрации термограмм приведены на рис. 2 и 3. По полученным термограммам можно сделать вывод об удовлетворительном выявлении трещин раскрытием от 0,7 мм, дефекты выявляются с высоким контрастом.

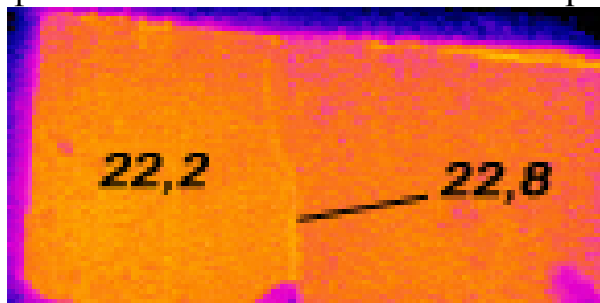


Рис. 2. Термограмма образца с трещиной шириной раскрытия 0,7 мм

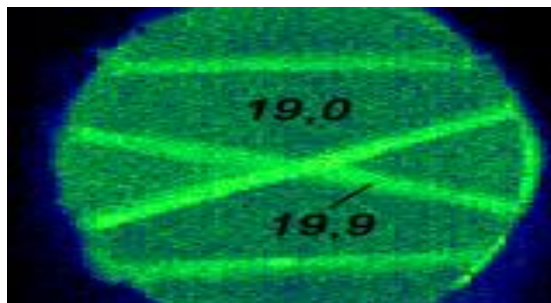


Рис. 3. Термограмма образца с поверхностной трещиной шириной 4 мм

Таким образом, для обнаружения поверхностных повреждений дорожных асфальтобетонных покрытий на ранней стадии их возникновения, целесообразно применять способ термографии. Дальнейшие экспериментальные исследования направлены на поиск оптимальных условий обнаружения дефектов приборными и методическими приемами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Леонович, И. И.** Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учеб. пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск : Новое знание, 2011. – 350 с.
2. **Мельникова, И. С.** Диагностика повреждений дорожных покрытий / И. С. Мельникова // Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 12–13 марта 2014. – Брянск, 2014. – С. 270–273.
3. **Monem, T.A.** Asphalt crack detection using thermography / T. A. Monem, A. A. Olaufa, H. Mahgoub // Inframation. – 2005. – Vol. 6. – p. 139–150.
4. **Мельникова, И. С.** Моделирование воздействия температуры и транспортных нагрузок на возникновение и развитие трещин в асфальтобетонных дорожных покрытиях / И. С. Мельникова // Наука и техника. – 2012. – № 4. – С. 44–52.

E-mail: rin_m@mail.ru