

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.768.5

- © Р.В. Смолянук, канд. техн. наук, доцент,
- © І.В. Кіяшко, канд. техн. наук, професор,
- © Д.М. Новаковський (ХНАДУ)

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ВІДЕОСКАНУВАННЯ “ОКО” ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ПОКРИТТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Розглянуто принципи роботи систем з оцінки стану покриттів автомобільних доріг, принцип роботи та калібрування системи відеосканування дорожніх покриттів “ОКО” (розробки ХНАДУ) та аналіз результатів, які отримані за допомогою цієї системи.

Ключові слова: автомобільна дорога; стан покриття доріг; відеосканування; пошкодження.

Аннотация. Рассмотрены принципы работы систем по определению состояния покрытий автомобильных дорог, принцип работы и калибровки системы видеосканирования “ОКО” (разработанной в ХНАДУ) и анализ результатов, полученных при помощи этой системы.

Ключевые слова: автомобильная дорога; состояние покрытия автомобильных дорог; видеосканирование; повреждения.

Annotation. The principles of systems to determine the state of coating roads, operating principle and system calibration videoskanirovaniya OKO (production HNADU) and the results obtained with this system.

Key words: road; covering roads; videoskanirovanie; injuries.

Вступ

Стан покриття є одним з основних параметрів, за яким споживачі оцінюють автомобільну дорогу. Від стану покриття істотно залежать безпека і комфорт руху, швидкість, час перевезень тощо. Тому стану покриття автомобільної дороги приділяється першочергова увага.

У розвинених країнах світу на діагностику стану покриття автомобільних доріг витрачаються значні матеріальні ресурси, оскільки своєчасна ліквідація незначних дефектів є запорукою тривалої служби автомобільних доріг.

Основна частина

Для виявлення дефектів та пошкоджень покриття автомобільних доріг можуть застосовуватися різні методи [1]. Найбільш поширеним,

починаючи з 30-х років 20-го сторіччя було візуальне обстеження. За результатами візуального обстеження складається абрис пошкоджень та дефектів покриття автомобільної дороги. Загальний вигляд абрису в різних країнах досить схожий (рис. 1). Така методика досить інформативна, але дуже трудомістка. Зі збільшенням мережі автомобільних доріг витрати на обстеження істотно зростають. До того ж мала продуктивність візуального обстеження не дозволяє оперативно відреагувати на появу пошкоджень та виконати необхідні ремонтні роботи.

Розвиток електроніки та відео техніки дозволив створювати технічні засоби, які істотно спрощували діагностику покриттів автомобільних доріг та збільшували її продуктивність. Навіть звичайна

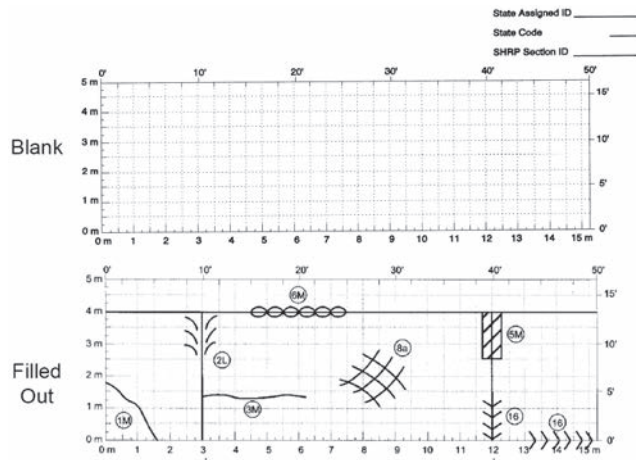


Рис. 1. Приклад бланку (абрису) для обстеження стану покриття автомобільної дороги (порожній та заповнений даними), США



Рис. 2. Комп'ютеризована станція з обробки відеоданих, США, 2003 р.

відеозйомка покриття автомобільної дороги із спеціально налаштованою камерою в кілька разів збільшувала продуктивність та безпеку виконання робіт. З додаванням комп'ютера (рис. 2) або іншого електронного реєстратора отриманих даних з'явилася можливість відмовитися від паперових бланків, при цьому оперативність обробки та використання інформації значно збільшилася.

Найбільш досконалими системами оцінки стану покриття автомобільних доріг на даний час є системи типу "відеосканер". Відмінною особливістю таких систем є відсутність надлишкової відеоінформації, яка з'являлась в інших системах, у зв'язку з їх конструктивними особливостями [1]. Основою систем типу "відеосканер" є лінійні промислові відеокамери, які синхронізовані з датчиками відстані. Така конструкція системи дозволяє виконувати вимірювання без дотримання постійної швидкості руху. До систем типу "відеосканер" відносяться системи фірм "ICC" (США, рис. 3), "Greenwood" (Данія) та МАДИ-ТУ (рис. 4).

Відсутність надлишкової відео інформації істотно зменшує обсяг даних, що дозволяє записувати інформацію безпосередньо на комп'ютер, та спрощує її обробку.

Істотним недоліком всіх відео систем є залежність від навколишнього освітлення. Особливо важливим є забезпечення рівномірного освітлення під час зйомки зображення покриття автомобільної дороги.

Для покращення сприйняття зображення покриття та зменшення цифрових шумів, пов'язаних із світлопередачею та



Рис. 3. Лабораторія фірми ICC з лазерним сканером та обладнанням для запису відеозображення поверхні покриття та облаштування дороги, США



Рис. 4. Лабораторія АДС-МАДИ, Росія



Рис. 5. Комп'ютерна обробка даних з відеосканера, США, 2007 р: 1 – монітор для складання звітних відомостей; 2 – монітор для перегляду відеозапису

конструкцією конкретної матриці (світлочутливого елемента, що використовується в камері), у більшості випадків використовують чорно-білі камери. Такі камери особливо чутливі до різкої зміни освітлення. Тому більшість систем обладнується додатковими освітлювальними приладами (рис. 3 і рис. 4).

Освітлювальна система може використовуватися не тільки в темний період доби або за умови недостатнього освітлення, а і вдень, для зменшення впливу від тіні дерев, шляхопроводів, придорожніх об'єктів та транспорту.

Останні декілька років обробка даних, отриманих відеосканерами, ще більш спростилася (рис. 5). Запис зображення поверхні покриття безпосередньо на комп'ютер покращує доступ до зображення, навігацію та дозволяє виконувати автоматизований аналіз.

Комп'ютерні системи розпізнавання графічних зображень останнім часом швидко розвиваються. Сучасні системи можуть з великою вірогідністю ідентифікувати об'єкт за його зображенням, наприклад номерний знак автомобіля тощо. Застосування таких технологій для ідентифікації пошкоджень та дефектів покриттів істотно збільшить продуктивність і покращить якість діагностики, за рахунок зменшення впливу людського фактору.

У нашій країні візуальна оцінка стану поверхні дорожніх покриттів не набула широкого розповсюдження внаслідок потреби значних матеріальних ресурсів. Найчастіше для оцінки стану покриття використовується експертна оцінка. Але вона не дозволяє точно визначати обсяги робіт, тобто не дає можливості контролювати використання коштів на утримання та ремонт доріг. У контролюючих органів різних рівнів виникає багато питань щодо обсягів виконаних робіт або обсягів робіт, що планується виконати. Акт пошкоджень покриття дороги, складений за результатами роботи експертної комісії, не завжди є надійним доказом обсягів пошкоджень, таким як фотографія або відеозйомка.



Рис. 6. Система відеосканування покриттів "ОКО" на базі автомобіля ГАЗ 2705: 1 – промислова лінійна відеокамера; 2 – датчик відстані; 3 – система освітлення покриття; 4 – промисловий бортовий комп'ютер

Тому на замовлення Державної служби автомобільних доріг України "УКРАВТОДОР" у ХНАДУ була розроблена система відеосканування покриттів, яка отримала назву "ОКО" (рис. 6).

Система відеосканування дорожніх покриттів "ОКО" ввібрала в себе найсучасніші технічні рішення, що застосовуються в світовій практиці для систем такого типу. У системі використовується лінійна промислова камера з матрицею фірми "SONY", з високою розподільчою здатністю (2048 точки).

Ширина високоякісного зображення поверхні дорожнього покриття складає близько 4 м, (рис. 7, рис. 8), що забезпечує можливість реєстрації дрібних дефектів розміром від 1 мм. Лінійна камера синхронізована з датчиком обертів (2, рис. 6), що дозволяє автомобілю-лабораторії вільно змінювати швидкість руху в діапазоні від 0 км/год до 60 км/год.



Рис. 7. Зображення зруйнованого бордюру, отримане системою "ОКО"

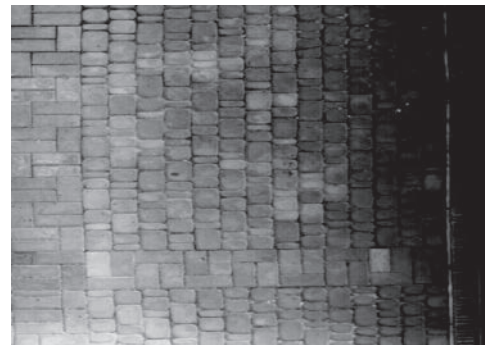


Рис. 8. Зображення тротуарної плитки, отримане системою "ОКО"

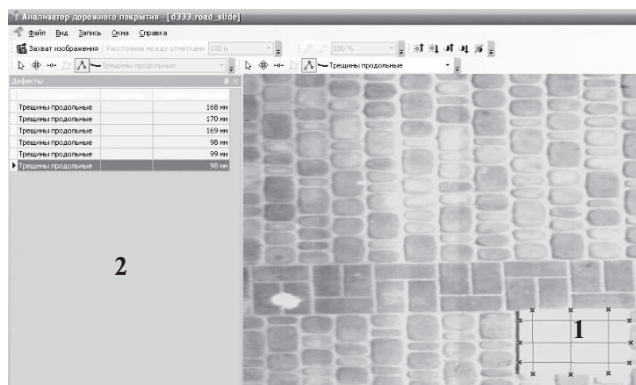


Рис. 9. Вимірювання геометричних розмірів шаблону в програмному забезпеченні “ОКО”: 1 – шаблон; 2 – результати вимірювань

Всі дані реєструються промисловим комп’ютером (4, рис. 6). Ємність жорсткого диску дозволяє записати зображення поверхні покриття понад 1000 км.

Істотним недоліком закордонних систем є високе споживання електроенергії. Комп’ютер та особливо, система освітлення вимагають істотної потужності, якої неможливо отримати від бортової мережі автомобіля, тому застосовується додаткове живлення. В якості додаткових елементів живлення використовуються дизельні та бензинові генератори потужністю до 10 кВт, що збільшує витрати на експлуатацію, при цьому виникають додаткові незручності. Система освітлення “ОКО” реалізована на сучасних енергоефективних, напівпровідникових прожекторах, які живляться від бортової мережі.

Для роботи з системою “ОКО” розроблене оригінальне, спеціалізоване програмне забезпечення, відмінною особливістю якого є можливість визначити не тільки тип пошкодження або дефекту, а й його геометричні розміри. Для цього розробниками разом з ДП “Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації” складена методика атестації системи “ОКО”. За цією методикою виконується розрахунок реального розміру кожної точки зображення. Розрахунок виконується за результатами вимірювання еталонного шаблону відомих розмірів з використанням програмного забезпечення “ОКО” (рис. 9).

Реалізація процедури атестації системи дозволила виконувати вимірювання геометричних розмірів лінійних дефектів з точністю ± 2 мм. Програмне забезпечення системи “ОКО” містить 2 панелі: для обробки зображень цементобетонних покриттів та покриттів, на основі органічних в’язучих. Перелік дефектів та пошкоджень у програмному забезпеченні прийнятий згідно з ВБН В.2.3-218-186-2004 [2].

Особливістю програмного забезпечення “ОКО” є автоматичне формування звітних відомостей. На відміну від інших програмних продуктів, обробка зображення полягає не у складанні відомості, а у окресленні меж дефектів. Оператор обирає

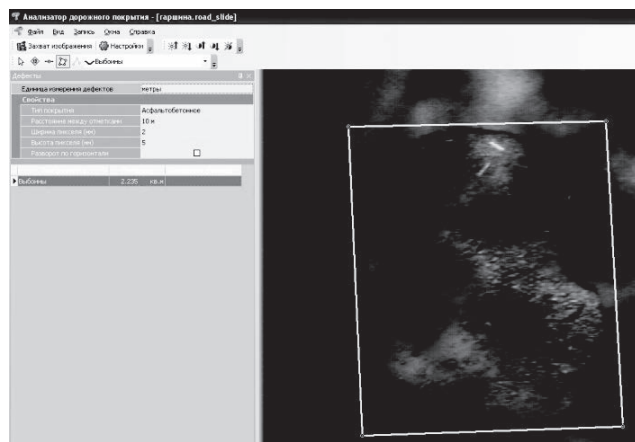


Рис. 10. Вибійна на вул. Гаршина, м. Харків, площа – 2,235 м²

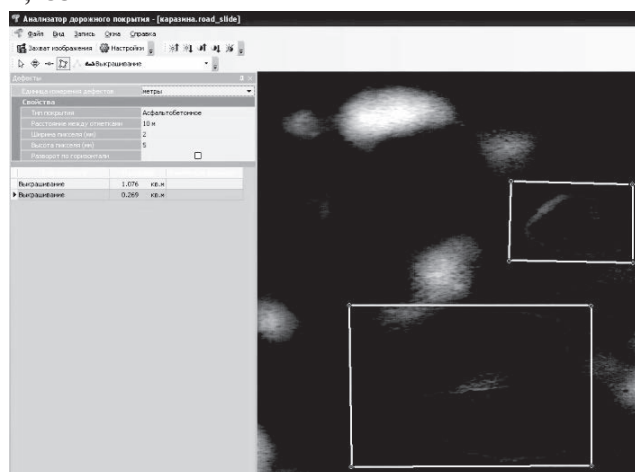


Рис. 11. Викрашування на вул. Каразіна, м. Харків, площа – 1,076 м² та 0,269 м²

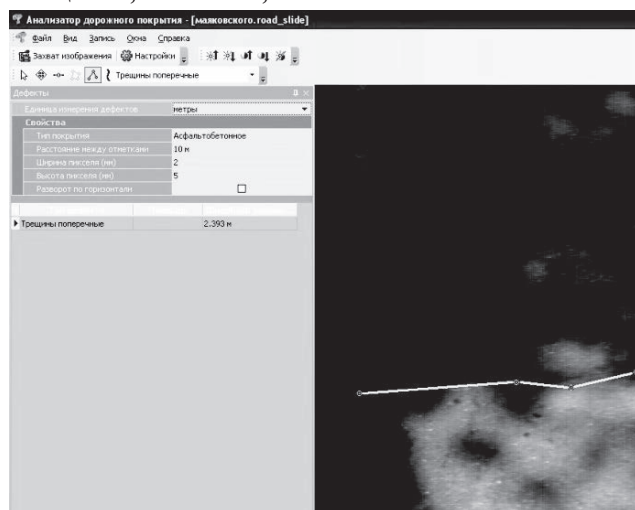


Рис. 12. Поперечна тріщина на вул. Маяковського, м. Харків, довжина – 2,393 м

із запропонованого переліку дефектів необхідний дефект та вказує курсором миші безпосередньо на відеозображенні його межі (рис. 10–12). Програмне забезпечення розраховує геометричні розміри дефекту і вносить його до бази даних, яка зберігається в одному файлі з зображенням покриття.



ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Форма даних про наявність руйнувань													
Код дороги (міжнародний): E-40													
Код дороги (місцевий): M-04													
Назва дороги (місцевий): Київ-Харків-Довжанський													
Сторона руху: права													
Господарство: Служба автомобільних доріг в Харківській області													
Дата: 20.07.2010													
Від		До		Найменування руйнування									
км	+(м)	км	+(м)	Тріщини поздовжні, пог.м.	Косі тріщини, пог.м.	Тріщини поперечні, пог.м.	Сіпа тріщин, кв.м.	Вибити, кв.м.	Вирізування, кв.м.	Просідання, кв.м.	Проломи, кв.м.	Руйнування краве дорожнього одягу, пог.м.	Пластичні деформації, кв.м.
472	0	473	0	23,6	10,5	2,6	0,0	131,0	0,0	0,0	0,0	523,0	60,0

Рис. 13. Приклад вихідної відомості про наявність руйнувань

За необхідністю можливо змінити межі дефекту або вилучити його з бази даних. У такому випадку всі необхідні перерахунки будуть виконані автоматично.

За командою оператора програмне забезпечення формує звітну (вихідну) відомість (рис. 13).

Звітна відомість формується у вигляді електронної таблиці, у форматі “Excel”, що дозволяє вільно її використовувати. За необхідності можна роздрукувати зазначену відомість.

Формування вихідної відомості виконується по секціям (ділянкам). Кожна секція на вибір має довжину 10 м, 100 м або 1000 м.

У межах секції виконується підсумовування площ або лінійних розмірів дефектів кожного типу, а у вихідну відомість заноситься сумарне їх значення. У разі необхідності можлива доробка програмного забезпечення в напрямку формування звітності у вигляді абрису дефектів (аналогічно абрису, наведеному на рис. 1) додатково до існуючої вихідної відомості.

Для порівняння різних методів діагностики стану покриттів автомобільних доріг виконаний наступний експеримент. На вулицях м. Харкова були обрані 3 ділянки, протяжністю по 100 м кожна (рис. 14).

На даних ділянках проведені роботи з діагностики стану дорожнього покриття з використанням системи “ОКО” та візуальної оцінки. Експертна оцінка не використовувалася, оскільки її дані неможливо порівняти з вище вказаними методиками.



Рис. 14. Загальний вигляд дослідної ділянки на вул. Каразіна

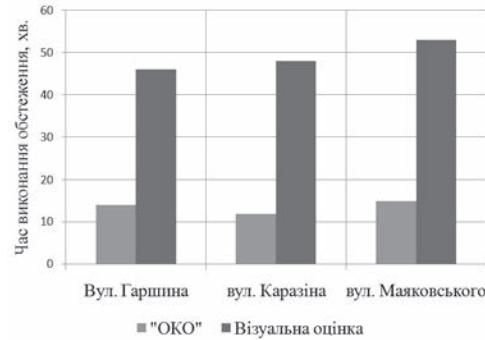


Рис. 15. Оцінка стану покриття за різними методиками

Візуальна оцінка полягала у визначенні виду руйнувань і дефектів, а також складанні абрису дефектів і визначенні їх розмірів.

Оцінка стану покриття системою “ОКО” виконувалася згідно інструкції з експлуатації системи та методики М 218–02071168–639:2008 [3].

Експеримент полягав у визначенні часу, який витрачає виконавець на діагностику стану покриття різними методами. Для системи “ОКО” визначався час руху лабораторії по дослідній ділянці плюс час на обробку даних; для візуальної оцінки – час на визначення розмірів дефектів плюс час на оформлення абрису.

Варто зазначити, що всі три ділянки мали велику кількість руйнувань та дефектів.

Результати діагностики різних ділянок автомобільних доріг Харківської області загалом підтверджують результати проведеного експерименту. Час виконання робіт з діагностики істотно залежить від кількості руйнувань, але практично завжди діагностика поверхні покриття системою “ОКО” виконувалася мінімум у 4 рази швидше ніж візуальна оцінка (рис. 15). На деяких ділянках доріг, з великою інтенсивністю руху, ця різниця істотно збільшується, оскільки для виконання вимірювань та складання абрису необхідно застосовувати технічні засоби організації дорожнього руху.

Висновки

Сучасні системи відеосканування автомобільних доріг є найбільш досконалими засобами визначення розташування пошкоджень покриттів автомобільних доріг у просторі та підрахунку їх обсягів. Система “ОКО” дозволяє у декілька разів зменшити час виконання робіт з діагностики та збільшити її якість за рахунок високої точності вимірювання пошкоджень та автоматичного складання звітної відомості (абрису). У результаті відеосканування також отримується зображення поверхні покриття, що є безперечним доказом наявності руйнувань або проведеного ремонту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кішко І.В., Смолянюк Р.В. Використання систем відеодіагностики для оцінки стану поверхні покриттів та елементів облаштування автомобільних доріг // Автошляховик України. – 2008. – № 6. – С. 23–30.
2. ВБН В.2.3–218–186–2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.
3. М 218–02071168–639:2008. Методика оцінки стану поверхні покриттів автомобільних доріг з використанням автоматизованої системи відеодіагностики “ОКО”.