



МОНІТОРИНГ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Надано результати моніторингу ділянок автомобільних доріг, побудованих із застосуванням нових технологій і матеріалів – віброрезонансної технології руйнування цементобетонного покриття, влаштування тріщиноперериваючих прошарків із армуючих синтетичних матеріалів, покриття із щебенево-мастикового асфальтобетону на бітумі з модифікуючими добавками. За результатами обстежень стану автомобільної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, проведених у 2015 році, визначено міцність дорожнього одягу, рівність і колійність покриття та надано висновок про ефективність застосування нових технологій і матеріалів.

Ключові слова: автомобільна дорога, моніторинг, віброрезонансне руйнування, армування, шари підсилення, щебенево-мастиковий асфальтобетон, модифікуюча добавка.

Анотация. Приведены результаты мониторинга участков автомобильных дорог, построенных с использованием новых технологий и материалов – виброрезонансной технологии разрушения цементобетонного покрытия, устройство трещиноперрывающих прослоек из армирующих синтетических материалов, покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона на битуме с модифицирующими добавками. По результатам обследований состояния автомобильной дороги М-02 Копти – Глухов – Бачевск, выполненных в 2015 году, определены прочность дорожной одежды, ровность и колеечность покрытия и дано заключение об эффективности использования новых технологий и материалов.

Ключевые слова: автомобильная дорога, мониторинг, виброрезонансное разрушение, армирование, слои усиления, щебеночно-мастичный асфальтобетон, модифицирующая добавка.

Annotation. The article presents the results of monitoring of roads' sections, built using new technologies and materials – vibroresonant technology of destruction of cement concrete pavement, laying cracking interruptive layers from reinforcing synthetic materials, stone mastic asphalt concrete pavement on bitumen with modifying additives. According to surveys' results the state of the road M-02 Kypty – Glukhiv – Bachevsk carried out in 2015, the strength, roughness and rutting of pavement were identified and the conclusion about effectiveness of using new technologies and materials were given.

Keywords: road, monitoring, vibroresonant destruction, reinforcing, strengthening layers, stone-mastic asphalt, modifying additive.

Вступ

Стан існуючої мережі автомобільних доріг залежить від ефективності застосування сучасних будівельних матеріалів, технологій будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг. Надати висновок щодо ефективності застосування нових технологій і матеріалів, в плані забезпечення необхідної довговічності дорожніх конструкцій та безпеки руху транспорту, можна на основі постійного моніторингу ділянок автомобільних доріг, на яких було застосовано нові технології та матеріали.

Моніторинг передбачає періодичне виконання польових обстежень і вимірювань, відбір проб і визначення властивостей матеріалів, порівняння отриманих показників із результатами попередніх досліджень, статистичну обробку та аналіз результатів. Це дає змогу отримати достовірні результати щодо впливу застосування нових матеріалів і технологій на збільшення терміну служби дорожніх конструкцій, стабільність транспортно-експлуатаційних показників, зменшення витрат на ремонт і утримання, та дослідити ефективність їх застосування [1-3].

У результаті моніторингу ділянок автомобільних доріг ДП “ДерждорНДІ” накопичили значний обсяг інформації з низки технологій і матеріалів, що досліджувалися, і кожна з них, безумовно, заслуговує окремої уваги та аналізу.

Основна частина

У 2015 році ДП “ДерждорНДІ” проводило обстеження автомобільної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, де під час реконструкції протягом 2006-2010 років для ремонту старого зруйнованого цементобетонного покриття було використано дві технології:

– влаштування шарів підсилення з традиційного гарячого асфальтобетону та щебенево-мастикового асфальтобетону після попереднього деструктування старого цементобетону методом віброрезонансного руйнування;

– влаштування шарів підсилення із асфальтобетону без порушення суцільності старого шару з цементобетону із застосуванням армуючих синтетичних матеріалів.

Перший спосіб було використано на ділянках автомобільної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ у межах Чернігівської області, км 0+600 – км 143+435 (рис. 1 а), другий – у межах Сумської області, км 145+000 – км 243+000 (рис. 1 б, рис. 1 в).

Метою впровадження віброрезонансної технології є попередження утворення відображених тріщин із подальшим влаштуванням шарів підсилення з асфальтобетону та щебенево-мастикового асфальтобетону після ущільнення матеріалу основи з подібнених фрагментів старого цементобетону. Метод відновлення властивостей дорожнього покриття



а)



б)



в)

Рис. 1. Реконструкція а/д М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ: а) деструктування старого цементобетонного покриття вібробетоном RB-500 компанії Resonans Mashines, Inc, Чернігівська область; б) влаштування тріщиноперериваючого прошарку з армуючих синтетичних матеріалів – геосітки Armatex RSR 40/40, Сумська область; в) влаштування тріщиноперериваючого прошарку з геосітки Tensar ARG

шляхом віброрезонансного руйнування плит базуються на значному зменшенні фактичної довжини плити шляхом її руйнування на дрібні фрагменти, що призводить до зменшення горизонтальних переміщень у швах плит і тріщинах унаслідок сезонних температурних коливань.

Стан ділянок оцінювався шляхом візуальних обстежень і вимірювань показників міцності, рівності та колійності покриття. Вимірювання рівності покриття виконували поштовхоміром відповідно до СОУ 45.2-00018112-042 [4] та триметровою рейкою згідно з ДСТУ Б В.2.3-3 [5]. Стан дефектності покриття оцінювався за методикою СУСП [7]. Вимірювання міцності дорожнього одягу проводилось за допомогою установки динамічного навантаження ДИНА-3М згідно з [5].

Рівність покриття, виміряна у 2015 р. поштовхоміром пересувної дорожньої лабораторії КП-514 МП, складає в середньому 53 см/км. Виміряна рівність у 2010 році на тій же ділянці, складала в середньому 32 см/км (рис. 2). Водночас базовий показник рівності автомобільних доріг II категорії, що експлуатуються, згідно з П-Г.1-218-113 [8] складає 80 см/км. Порівнюючи з базовими показниками, можна зазначити задовільний стан покриття за рівністю ділянки автомобільної дороги Кіпті – Глухів – Бачівськ, км 0+635 – км 143+435.

Рівність покриття в поздовжньому напрямку, виміряна за допомогою триметрової рейки по смузі накату, характеризувалась наявністю просвітів до 2 (3) мм, кількість яких складає близько 20 %, решта – від 0 до 1,5 мм (рис. 3). Сумарна довжина захваток складала

близько 10 % кожної ділянки вимірювання. При переведенні значень просвітів під триметровою рейкою в значення IRI згідно з СОУ 45.2-00018112-078 [9] отримуюмо значення близько 2,0 м/км, що перебуває на рівні базових показників для автомобільних доріг II категорії.

Просвіти під триметровою рейкою, що перевищували контрольні значення (10 мм), відсутні.

Для визначення модулів пружності за допомогою установки динамічного навантаження ДИНА-3М, попередньо було виконано тарування отриманих значень із значеннями, отриманими методом статичного навантаження за допомогою штампового обладнання

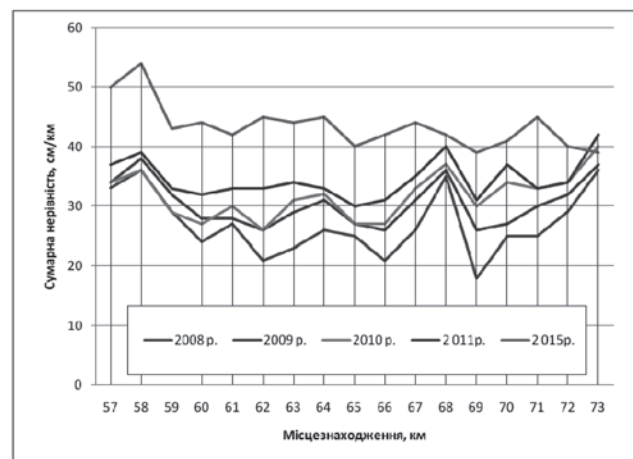


Рис. 2. Результати вимірювання показників рівності на а/д М-02, у період 2008–2015 роки



Рис. 3. Вимірювання поздовжньої рівності покриття по смузі нахату на ділянці а/д М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, км 100+300, правий проїзд

“Infratest”. За результатами тарування значень прогинів при динамічному і статичному навантаженнях встановлені тарировочні коефіцієнти для прогинів:

- вниз – $Kd = 94,64$;
- вверх – $Ku = 58,24$.

Діаграми коливань і деформації поверхні в точці розташування датчика переміщень наведено на рис. 4. Значення модулів пружності, визначених на досліджуваних ділянках наведено в табл. 1.

За даними вимірювань, виконаних у жовтні 2015 р., модуль пружності на ділянці км 52+000 – км 143+435 складає від 346 до 525 МПа. Порівнюючи значення модуля пружності у 2006 р. – 423 МПа і 2015 р. –

у середньому 395 МПа, можна відмітити, що дорожній одяг із шаром основи, влаштованим за віброрезонансною технологією, через 6-9 років експлуатації має достатню несну здатність.

За результатами обстеження стану дефектності покриття виявлено, що на всій протяжності обстеженої ділянки автомобільної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, де застосована віброрезонансна технологія, не виявлено відображених тріщин, пов’язаних із станом старого цементобетонного покриття. Колійність покриття, виміряна на значній протяжності обстежених ділянок, складає від 5 (7) мм до 15 мм, виявлені локальні місця з колією до 50 (70) мм.

На ділянці автомобільної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, км 145+000 – км 243+000, у межах Сумської області, влаштування шарів підсилення старого цементобетонного покриття асфальтобетонними шарами зверху проводилось без порушення суцільності цементобетонних плит із застосуванням армуючих синтетичних матеріалів (АСМ) для попередження утворення відображених тріщин старого цементобетонного покриття.

Модулі пружності, визначені на ділянках влаштування тріщиноперериваючих прошарків із армуючих синтетичних матеріалів у 2015 р., мають значення від 450 МПа до 946 МПа. При цьому, більші значення отримані в місцях без поперечних тріщин (тіло плити), менші значення – біля деформаційних швів. За результатами польових вимірювань можна зазначити, що дорожній одяг із влаштованими тріщиноперериваючими прошарками асфальтобетонного покриття при збереженні цілості це-

ментобетонних плит через 5 років експлуатації має достатню несну здатність.

Рівність покриття, виміряна поштовоміром пересувної дорожньої лабораторії КП-514 МП, складає у середньому 54 см/км. Порівнюючи з базовими показниками рівності, можна підкреслити задовільний стан покриття за рівністю ділянки автомобіль-

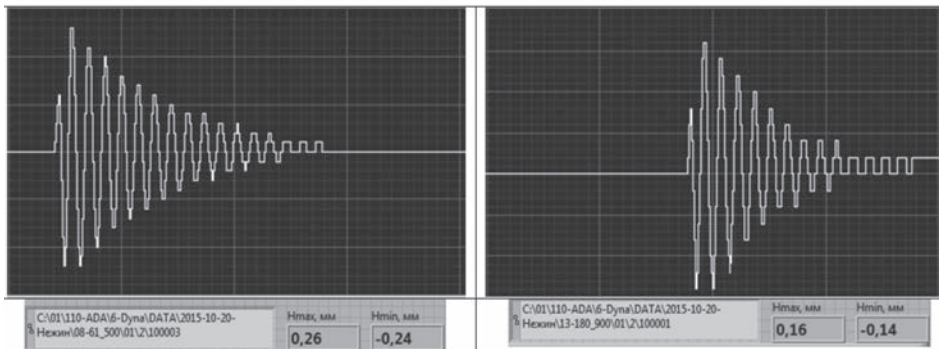


Рис. 4. Діаграми коливань і деформації поверхні в точці розташування датчика

Таблиця 1

Результати вимірювання міцності дорожнього одягу

| Точка вимірювання Км + | 54+050 | 61+500 | 70+500 | 100+200 | 142+200 | 146+800 | 180+900 | 209+100 | 219+800 | 222+300 | |
|---------------------------|------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| Динамічний прогин | ld, мм | 0,20 | 0,28 | 0,22 | 0,24 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,10 | 0,18 | 0,20 |
| | | 0,20 | 0,26 | 0,20 | 0,26 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,10 | 0,20 | 0,22 |
| | | 0,20 | 0,28 | 0,20 | 0,26 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,10 | 0,18 | 0,20 |
| | lu, мм (-) | 0,18 | 0,20 | 0,16 | 0,26 | 0,16 | 0,14 | 0,16 | 0,08 | 0,16 | 0,20 |
| | | 0,18 | 0,24 | 0,20 | 0,26 | 0,16 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | 0,16 | 0,18 |
| | | 0,20 | 0,24 | 0,20 | 0,26 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,10 | 0,18 | 0,20 |
| Модуль пружності, МПа | 473,2 | 346,2 | 457,9 | 373,6 | 525,8 | 525,8 | 645,3 | 946,4 | 507,0 | 457,9 | |



Таблиця 2

Порівняння транспортно-експлуатаційних показників ділянок а/д Кіпті – Глухів – Бачівськ

| Ділянка, км + Рік влаштування | Особливості технологій | Рівність | | Колійність, мм (максимальне значення) | Наявність відображених тріщин |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|---|-------------------------------------|
| | | см/км (середнє значення) | IRI, м/км | | |
| км 0+635 – км 52+264, 2006 р. | Віброрезо-нансна технологія | 57 | 2,1 | до 70 | Відсутні |
| км 52+264 – км 145+435, 2008 р. | -«- | 52 | 2,0 | до 50 | -«- |
| км 145+435 – км 155+000, 2009 р. | Влаштуван-ня АСМ | 50 | 1,9 | до 30 | Поперечні тріщини через 24-36 м |
| км 155+000 – км 231+000, 2010 р. | -«- | 53 | 2,0 | до 15 | -«- |

ної дороги М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, км 145+000 – км 243+000.

Транспортно-експлуатаційні показники, отримані в результаті моніторингу ділянок автомобільної дороги М-02 і де було застосовано дві технології ремонту цементобетонного покриття, а саме віброрезонансне руйнування та армування АСМ, у межах Чернігівської та Сумської областей, дещо відрізняються (табл. 2).

Однак, не зважаючи на відмінності в транспортно-експлуатаційних показниках, стан обстежених ділянок після експлуатації протягом (6-9) років є задовільним і обидві технології ремонту старого цементобетонного покриття можна вважати ефективними. Водночас застосування прошарків з армуючих геосинтетичних матеріалів не забезпечує повного захисту дорожнього покриття від утворення відображених тріщин у місцях розташування деформаційних швів, але дає змогу попередити утворення відображених тріщин у місцях локального руйнування старого цементобетонного покриття (рис. 5).



Рис. 5. Загальний вигляд ділянки а/д М02 Кіпті – Глухів – Бачівськ, км 180 – км 181, 2015 р

Порівнюючи експлуатаційний стан ділянок, де влаштоване покриття із щебенево-мастикового асфальтобетону з додаванням у бітум синтетичного воску "Licomont BS 100" та адгезійних і стабілізуючих добавок, встановлено, що на тих ділянках, де застосовували ЩМА-15, виявлено локальні місця утворення колії з максимальною глибиною до 30 (40) мм. На ділянках, де застосовували ЩМА-20, колійність значно менша і не перевищує 10 (14) мм. За конфігурацією вона належить до колії прогину, причиною утворення якої на смугах накату може бути недоуцільнення шарів покриття під час будівельних робіт.

Більша стійкість до утворення колії покриття із ЩМА-20 може бути пов'язана з розвинутішим каркасом мінерального остову і більшою величиною внутрішнього зчеплення.

Висновки

У результаті моніторингу дослідних ділянок на автомобільній дорозі М-02 Кіпті – Глухів – Бачівськ були отримані значення транспортно-експлуатаційних показників, за якими здійснено оцінку стану автодороги та проаналізовано ефективність застосування нових технологій і матеріалів. Результати обстежень, наведені в роботі, свідчать про ефективність застосування технології віброрезонансного руйнування цементобетонного покриття, армування геосинтетичними матеріалами в комплексі з влаштуванням шарів підсилення з асфальтобетону та щебенево-мастикового асфальтобетону із застосуванням модифікуючих добавок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проблеми впровадження нових технологій та матеріалів при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг / [Вирожемський В.К., Кушнір О.В., Катукова В.М., Піучевська В.Г.] // Дорожня галузь. – 2010. – № 3.
2. Моніторинг сучасних технологій у дорожній галузі / [Кушнір О.В., Катукова В.М., Закерничний О.В., Ткач О.М., Гончар І.І.] // Дорожня галузь. – 2010. – № 3.
3. Інформаційні технології в системі моніторингу сучасних технологій і матеріалів / [Кушнір О.В., Катукова В.М., Закерничний О.В., та ін.] // Автомобільні дороги. – 2012. – № 4.
4. Досвід влаштування шару основи шляхом деструктування старого цементобетонного покриття за віброрезонансною технологією / [Кушнір О.В., Катукова В.М., Кулак Є.М.] // Дорожня галузь. – 2012. – № 3. – С. 50-53.
5. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів: СОУ 45.2-00018112-042:2009. – [Чинний]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України, 2009 (Стандарт організації України).
6. Дороги автомобільні та аеродроми. Методи вимірювань нерівностей основ та покриттів: ДСТУ Б В.2.3-3-2000 (ГОСТ 30412-96). – [Чинний]. – К.: Госстрой, 2000 – (Державний стандарт України).
7. СУСП. Інструкція до формування банків даних для системи за результатами натурних обстежень автомобільних доріг. – К. – 2005.
8. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування покриттів: П-Г.1-218-113:2009. – [Чинний]. – К.: – (Державна служба автомобільних доріг України).
9. Автомобільні дороги. Оцінка рівності дорожніх покриттів за Міжнародним Індексом Рівності (IRI): СОУ 45.2-00018112-078:2012. – [Чинний]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України, 2012 (Стандарт організації України).