https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.174

УДК 525.7

Єрмакова І. А., *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-2658-1857*
Нечипоренко М. В., *https://orcid.org/0000-0001-5462-6947*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна

НАУКОВИЙ СУПРОВІД РЕМОНТУ МОСТА НА КМ 159 + 267 ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ Н-31 ДНІПРО – ЦАРИЧАНКА – КОБЕЛЯКИ – РЕШЕТИЛІВКА

Анотація

Вступ. Мости — одна з найважливіших складових транспортної інфраструктури. Ці транспортні споруди збудовано із складних конструкцій, затрати на їх експлуатацію високі. В останній період на автомобільних дорогах України суттєво зросли інтенсивність руху і вага транспортних засобів. Забезпечення надійної та безаварійної їх експлуатації є першочерговою, складною і відповідальною задачею.

Проблематика. Після улаштування цементобетонного покриття на мосту на км 159+267 дороги Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка через деякий час були виявлені тріщини на цементобетонному покритті поперек усього проїзду. Косі та поперечні тріщини невдовзі з'явилися в покритті на обох сусідніх мостах (окремі мости для різних напрямків руху). Розкриття тріщин досягало 1 мм.

Матеріали та методи. На мосту на км 159+267 застосована експериментальна конструкція — цементобетонне покриття із бетону класу В40.

Передбачено влаштування щільного водонепроникного бетону плити проїзної частини, товщиною 110 мм, із монолітного бетону класу В40 F300 W12 (С32/40, XF4, С1 0,20 згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008, фракція щебеню 5-10 мм), після улаштування монолітної плити товщиною 200 мм, яка об`єднує балки прогонової будови.

Для дослідження пошкоджених конструкцій застосовувалися методи вимірювання розкриття тріщин за допомогою щупів, рулетки. Для визначення адгезії покриття з монолітною плитою були взяті зразки — круглі керни за допомогою керновідбірника. Міцність бетону вимірювалася склерометром.

Результати. У результаті проведених досліджень була виявлена відсутність адгезії цементобетонного покриття до монолітної плити моста.

Для досягнення високих експлуатаційних якостей необхідно розібрати пошкоджене цементобетонне покриття й улаштувати нове покриття щодо усунення дефектів покриття моста на км 159+267 автомобільної дороги Н-31.

Висновки. Проведені дослідження показали, що в цементобетонному покритті з’являються все нові і нові тріщини, розкриття старих збільшується. Причина тріщин — усадка бетону. Оскільки усадка бетону може тривати до 1,5 років, слід було чекати появи ще більшої кількості тріщин. Також виявилося, що цементобетонне покриття не має зчеплення з монолітною плитою прогонової будови.

З огляду на вищевказані причини, ремонт окремих тріщин є недоцільним.

Для досягнення високих експлуатаційних якостей необхідно розібрати пошкоджене цементобетонне покриття і улаштувати нове. З урахуванням можливостей підрядної організації була розроблена конструкція мостового полотна та покриття із асфальтобетону.

***Ключові слова*:** автомобільна дорога, асфальтобетон, міст, цементобетонне покриття.

Вступ

Нині дорожно-будівельна галузь України знаходиться на підйомі. Ведуться широкомасштабні будівельні роботи з реконструкції автомобільних доріг, зокрема в Полтавській області. Реконструкція автомобільної дороги І категорії Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка є пілотним проєктом, де відпрацьовуються нові матеріали, технології та конструкції. У цих умовах важливим є проведення науково-технічного супроводу будівельних робіт, оскільки в процесі відпрацювання нових технологій часто виникають різні ускладнення.

Основна частина

Проєктні рішення моста на км 159 + 267 автомобільної дороги Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка розроблені ПП «НВФ «Мостопроект».

На мосту на км 159+267 застосована експериментальна конструкція — цементобетонне покриття із бетону класу В40 (**рис. 1**).

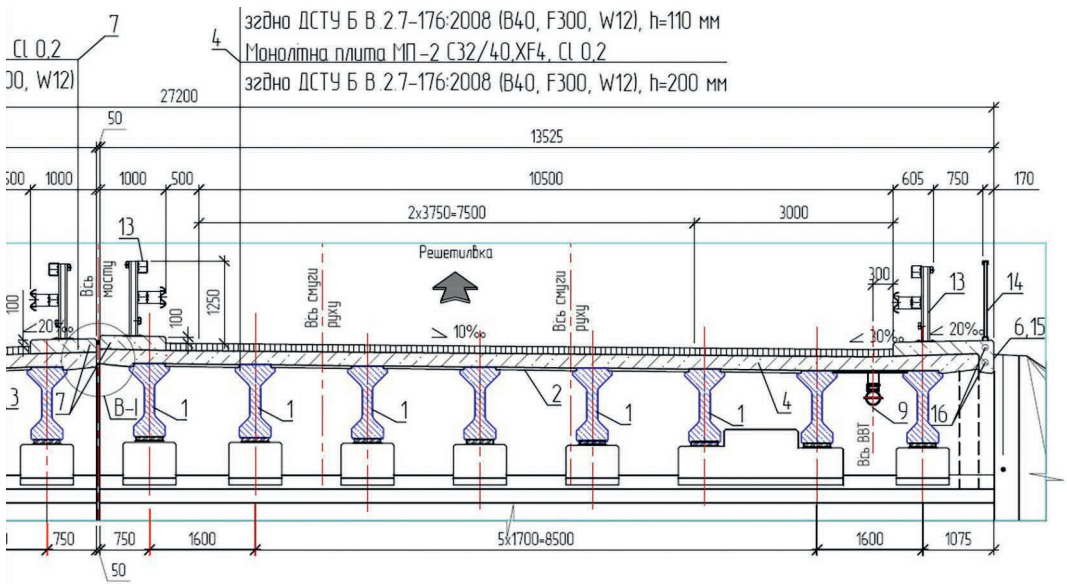

Рисунок 1 — Конструкція прогонової будови, мостового полотна і проїзної частини

Проєктом було передбачено влаштування щільного водонепроникного бетону плити проїзжої частини, товщиною 110 мм, із монолітного бетону класу В40 F300 W12 (С32/40, XF4, С1 0,20 згідно ДСТУ Б В.2.7-176:2008, фракція щебеню 5–10 мм), також армування проїзної частини: арматурна сітка із арматури А-ІІІ діаметром 8 мм, з відстанню між стержнями 100 мм × 100 мм, зв'язана між собою за допомогою в'язального дроту.

Анкерування до бетону монолітної накладної плити (МНП) не передбачено. Ніяких випусків арматури або анкерів іншого виду не передбачається, зчеплення бетону покриття з бетоном МНП повинно відбуватися тільки за рахунок адгезії бетонної суміші покриття. Покриття улаштовується суцільним, без швів, бетон укладається за один прийом (в один день).

Цементобетонне покриття улаштовано на початку квітня 2021 року.

Працівниками Полтавського комплексного відділу ДП «ДерждорНДІ» 13 квітня 2021 року в межах науково-технічного супроводу реконструкції автомобільної дороги І категорії Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка було здійснено виїзд із метою огляду виконаних робіт на ділянці км 155+000 – км 159+965, зокрема на мосту на км 159+267. Підрядна організація — фірма

«Онур Таахкут Ташимаджилик Іншаат Тіджарет ве Санаї Анонім Ширкеті» (далі — «ОНУР»).

Станом на 13 квітня 2021 року на мосту укладено цементобетонне покриття, встановлені водовідвідні решітки та закладні деталі для огородження. При огляді мосту помічена коса тріщина на цементобетонному покритті поперек усього проїзду (**рис. 2**, **рис. 3**). Тріщини в покритті є на сусідніх мостах обох проїздів. Розкриття тріщин досягає 1 мм. Найбільша тріщина починається від розділової смуги біля деформаційного шва і йде під кутом 45° до осі моста, до водовідвідної решітки. На сусідньому проїзді така ж тріщина, але розташована симетрично.

Рисунок 2 — Тріщина в покритті на лівому проїзді (13.04.2021 р.)

Рисунок 3 — Розкриття тріщини близько 1 мм

Вирішено було продовжити спостереження.

Станом на 18 травня 2021 року огляд мосту показав збільшення кількості тріщин на обох проїздах (**рис. 4–6**). Крім того, з'явилися усадочні тріщини і на перехідних плитах, але тріщини менші, можливо через те, що перехідні плити мають більше арматури.

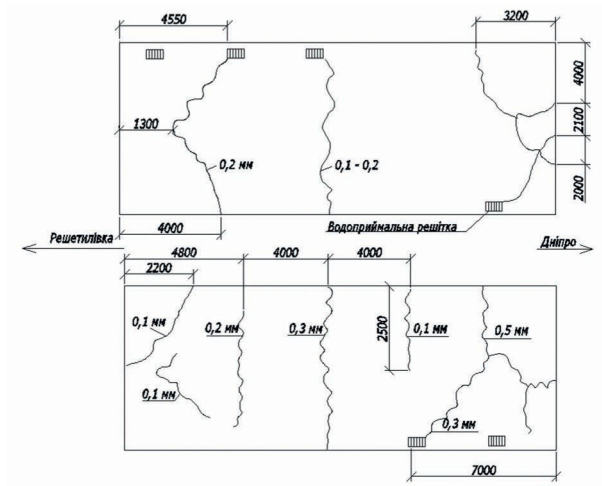

Рисунок 4 **—** План розташування тріщин на 21.04.2021, вік бетону 15 днів

Рисунок 5 — Тріщини в покритті правого проїзду (18.05.2021)

Рисунок 6 — Тріщини в покритті лівого проїзду (18.05.2021)

Із огляду на те, що бетонна суміш класу B40 W12 (C32/40, XF4, C1 0,20 згідно з ДСТУ Б В.2.7-176:2008) має високий вміст цементу, і при цьому для укладання бетононасосом

суміш повинна мати рухливість П-4 (осадка конуса S-4 за ДСТУ Б В 2.7-176:2008), а значить має досить високий вміст води, стало зрозуміло, що уникнути усадки такого бетону буде важко.

Представник підрядника — фірми «ОНУР», повідомив, що перед укладанням верхнього шару на монолітну плиту було нанесено адгезійний шар розчину «Nafufill». Анкери між МНП і цементобетонним покриттям, згідно з проєктом, відсутні.

Для ремонту тріщини на правому проїзді підрядною організацією був використаний матеріал «Reparoxyd SB» виробництва «MC-Bauchemie» на основі епоксидної смоли. Однак його використання не дало позитивного результату, так як розкриття тріщини (0,3–1,0) мм виявилося занадто малим для ефективного проникнення розчину вглиб (**рис. 7**).

Рисунок 7 — Тріщини на лівому проїзді, спроба відремонтувати ремонтною сумішшю «Reparoxyd SB»

Зрозуміло, що із такими дефектами покриття експлуатувати не можна, і виникло питання щодо ремонту або заміни покриття.

Для прийняття рішення щодо подальших дій необхідно було провести дослідження адгезії між цементобетонним покриттям і монолітною плитою.

Для цього запропоновано з краю проїзної частини взяти проби-керни на цілому покритті, а також в місці утворення тріщини, щоб з'ясувати її глибину.

Наступний огляд покриття на мосту був проведений 5 та 18 травня 2021 року. За результатами огляду виявилося, що кількість тріщин збільшилася, також збільшилося їх розкриття.

Вимірювання міцності бетону цементобетонного покриття склерометром типу ОМШ-225 показало середню міцність (43–44) МПа.

Після того, як бетон набрав міцність, був проведений відбір зразків-кернів з покриття правого проїзду.

04.06.2021 було здійснено відбирання зразків-кернів (**рис. 8**). Відбирання проводили керновідбірником із діаметром коронки 152 мм. Було відібрано два керни на лівому проїзді.

Керн № 1 відібрано з цілого масиву бетону (без тріщин) на відстані 1 м від водовідвідної решітки. Глибина свердління 13 см. Лінія відриву рівна. Керн відірвався по адгезійному шару. Видно білу плівку адгезійної речовини на нижній поверхні, сліди відриву відсутні. Адгезія з нижнім шаром бетону відсутня. Арматура в керні відсутня (**рис. 9–13**).

Керн № 2 відібрано на відстані 1,2 м від водовідвідної решітки, з бетону, по якому проходить тріщина. Глибина свердління — 13 см. Лінія відриву рівна, відрив по адгезійному шару. Адгезія (до монолітної плити) відсутня, арматури немає. Тріщина проходить на всю товщину шару покриття. Керн розпався навпіл по тріщині. У монолітній плиті тріщина відсутня (**рис. 14**).

Рисунок 8 — Відбирання кернів

Рисунок 9 — Відібраний зразок № 1. У структурі зразка видно раковини і пухирці повітря

Рисунок 10 — Зразок № 1

Проведені дослідження показали, що в цементобетонному покритті з'являються нові тріщини, розкриття старих збільшується. Причина тріщин — усадка бетону. Оскільки усадка бетону може тривати до 1,5 років, слід чекати появи ще більшої кількості тріщин. Також виявилося, що цементобетонне покриття не має адгезії з монолітною плитою прогонової будови. У самому бетоні покриття наявні раковини і пухирці повітря, що вказує на недостатнє ущільнення, а це в свою чергу знижує водостійкість і морозостійкість покриття. З огляду на вищевказані причини, ремонт окремих тріщин визнано недоцільним.

Рисунок 11 — Місце відбору зразка. Видно пухирці повітря і невеликі раковини

Рисунок 12 — Нижня поверхня зразка, покрита розчином «Nafufill», рівна і гладка. Не видно слідів відриву від нижньої монолітної плити, що свідчить про відсутність адгезії до плити

Спочатку проєктною організацією було запропоновано заін'єктувати тріщини ремонтною сумішшю, а зверху улаштувати шар зносу з полімерно-епоксидного композитного матеріалу, який заодно виконував би функцію гідроізоляції.

Але після виявлення відсутності адгезії цементобетонного покриття до монолітної плити було прийнято рішення про заміну пошкодженого цементобетонного покриття.

Розбирання розтрісканого покриття можна виконати фрезеруванням або розрізанням покриття алмазною пилою на квадрати невеликого розміру з подальшим розбиранням. З урахуванням можливостей підрядної організації було рекомендовано розбирання цементобетонного покриття

шляхом розпилювання покриття алмазними пилами на окремі прямокутні плити і видалення їх по черзі.

Рисунок 13 — Керн № 1. Перевернутий нижньою поверхнею догори

Рисунок 14 — Керн № 2, через який проходить тріщина При улаштуванні нового покриття розглядалися 2 основні варіанти: асфальтобетонне покриття та цементобетонне покриття.

Асфальтобетонне покриття вже багато разів застосовувалося на різних мостах і шляхопроводах на дорозі Н-31. Наприклад, шляхопроводи у с. Трояни, с. Чумаки, с. Свічкарево, шляхопровід на км 116+500, міст через р. Ворскла на км 113+400 [4].

Технологія відпрацьована, і в цілому покриття працює без нарікань. Треба тільки велику увагу приділити якості улаштування гідроізоляції, особливо в місцях примикання до деформаційних швів.

Товщина існуючого цементобетонного покриття (11–13) см (в різних місцях), практично дорівнює товщині застосованого асфальтобетонного покриття на мостах — 13 см, що дозволяє провести заміну цементобетонного покриття на асфальтобетонне без додаткових заходів із зміни поздовжнього профілю.

Рекомендовано застосувати конструкцію асфальтобетонного покриття, аналогічну покриттю моста через р. Ворскла на км 113+400: асфальтобетонне двохшарове покриття по наплавлюваній гідроізоляції (**рис. 15**).

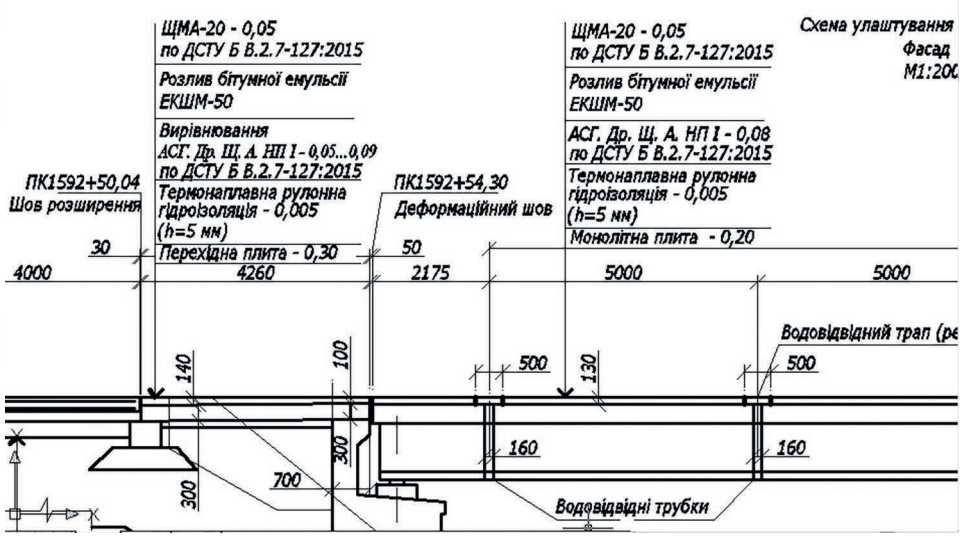

Рисунок 15 — Конструкція дорожного одягу на мосту і підходах

Нижній шар — асфальтобетон гарячий дрібнозернистий типу А (АСГ. Др. Щ. А. НП I згідно з ДСТУ Б В.2.7-127:2015), завтовшки 8 см.

Верхній шар — щебенево-мастиковий асфальтобетон ЩМА-20 згідно з ДСТУ Б В.2.7 127:2015 товщиною 5 см. Між шарами покриття на мосту улаштовується розлив бітуму 0,3 л/м^2. Загальна товщина шарів дорожного одягу на мосту 13 см.

Покриття тротуарів із зносостійкого полімерного покриття по епоксидній ґрунтовці. Таке ж покриття влаштовується на роздільній смузі.

На підходах до мосту улаштовують дорожний одяг такої конструкції (зверху вниз) (**рис. 16**):

– проміжна монолітна армована плита (бетон класу В 30) згідно з ТП 3.503.1-96 — 0,10 м;

– влаштування прошарку із геотекстилю із щільністю 400 г/м^2 згідно з ГБН В.2.3-37641918-544:2014;

– пісний бетон В 7,5 згідно з ДСТУ Б.В.2.7-43-96 — 0,14 м;

– ґрунт укріплений цементом — 6 % класу міцності III згідно з ГБН В.2.3-37641918:2013 — 0,30 м.

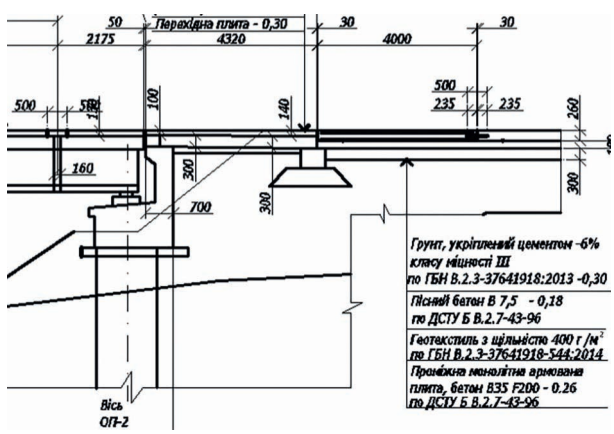

Рисунок 16 — Конструкція покриття на сполученні з насипом (проміжна плита та температурний шов розширення)

По перехідним плитам і проміжній монолітній армованій плиті підходів улаштовується асфальтобетонне покриття такої ж конструкції, як і на проїзній частині моста. Нижній шар — вирівнюючий із асфальтобетону АСГ. Др. Щ. А. НП І згідно з ДСТУ Б В.2.7-127:2015, товщиною (5–9) см. Верхній шар — щебенево-мастиковий асфальтобетон ЩМА-20 згідно з ДСТУ Б В.2.7-127:2015 товщиною 5 см.

Між монолітною проміжною плитою та основним цементобетонним покриттям улаштовується температурний шов розширення.

Як альтернативний, розглядався варіант улаштування цементобетонного покриття.

Цементобетонне покриття може бути двох типів: таке, що має зчеплення з монолітною плитою прогонової будови, або таке, що зчеплення не має.

Якщо передбачається зчеплення шару покриття з МНП, то в складі армування покриття необхідно передбачити анкери до монолітної плити, які б забезпечували спільну роботу та запобігали переміщенням покриття окремо від МНП, зокрема температурним переміщенням.

Якщо зчеплення з монолітною плитою прогонової будови не передбачається, тоді слід передбачити гідроізоляцію між цементобетонним покриттям та монолітною плитою прогонової будови.

У разі прийняття рішення про відновлення цементобетонного покриття послідовність улаштування цементобетонного шару може бути такою:

1 — зрізати цементне покриття до МНП, яка не має дефектів;

2 — установити анкери в монолітну плиту та виконати армування цеметобетонного покриття. З метою виключення корозії арматури, можна застосувати композитну базальтову арматуру діаметром 14 з кроком 100 мм;

3 — якщо покриття буде без зчеплення до МНП, тоді слід укласти гідроізоляцію;

4 — заново улаштувати цементобетонне покриття із бетону класу В45, збільшивши кількість арматури в плиті покриття. В якості експерименту, можна застосувати композитну базальтову арматуру діаметром 14 з кроком 100 мм. У разі необхідності точний діаметр арматури можна уточнити при виготовленні проєктної документації за розрахунком зусиль. Матеріали для виготовлення бетону і технологія укладання повинні відповідати вимогам якості. Ці вимоги повинні бути вказані у проєктній документації. Перед улаштуванням покриття слід провести натурні випробування цієї технології, щоб упевнитисяв її дієвості;

5 — на улаштоване покриття нанести матеріал, що запобігає випаровуванню води з бетону;

6 — організувати догляд за бетоном протягом всього часу набрання міцності.

У якості прикладу конструкції можна навести конструкцію проїзної частини моста на об’їзній дорозі м. Львів (проєкт розроблений ТОВ «Інститут комплексного проектування об’єктів будівництва») [8] (**рис. 17**).

Для виготовлення нового цементобетонного покриття доцільно рекомендувати конструкцію, з додатковими умовами:

– дотримання вимог до матеріалів;

– обов’язкове армування цементобетонного покриття неметалевою (базальтовою) арматурою;

– використання в складі бетону неметалевої (базальтової) фібри;

– клас бетону покриття збільшити до В45;

– обов'язковий догляд за бетоном після укладання протягом всього часу набору міцності;

– шари покриття над шаром цементобетону улаштовувати після повного набору міцності бетону покриття, тобто 28 діб.

– перед улаштуванням шарів зносу провести обов`язкову перевірку якості цементобетонного покриття за участю спеціалістів фірми-виробника, які будуть виконувати улаштування шарів зносу, а також за участю представників замовника, технагляду, авторського нагляду та наукового супроводу.

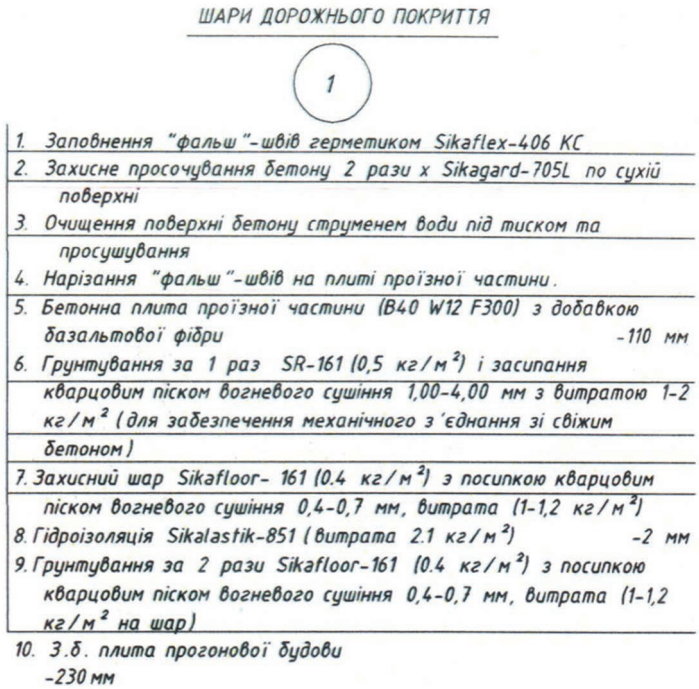

Рисунок 17 — Конструкція покриття моста на об'їзній дорозі м. Львів [8]. Шари дорожного одягу показаі зверху вниз

Головною проблемою з практичної точки зору є необхідність виготовлення безусадочного бетону для цементобетонного покриття мостів. Усадка бетону в разі недотримання технології зведе нанівець усі зусилля. Для зменшення усадки бетону можна рекомендувати наступні кроки:

– Постійний догляд за бетоном протягом всього часу твердіння. Зволоження поверхні під час твердіння, змочування поверхні бетону водою. Покривання поверхні бетону плівкоутворюючим матеріалом. Накривання бетону непрозорою полімерною плівкою або брезентом.

– Додавання в бетонну суміш полімерних, базальтових або інших волокон (фібри).

– Армування бетону. Посилення сталевою або композитною арматурою.

– Знизити вміст води в бетонній суміші. Знизити відношення В/Ц. Для легкоукладності використовувати суперпластифікатори. Слід мати на увазі, що суперпластифікатори мають обмежений час дії в бетонній суміші — як правило, менше 1 години. Якщо готувати, перевозити і укладати суміш надто довго, пластифікатори втрачають свою дію після деякого часу.

– Використання безусадочного цементу. Використання алітових цементів знижує усадку порівнянj з алюмосилікатними в'яжучими. Змінити постачальника цементу, якщо цемент має підвищену усадку.

– Підтримувати якість заповнювачів. Зменшує усадку використання важких і великофракційних заповнювачів. Використання піску з великим модулем крупності (більше 2–2,5). Використовувати миті і просіяні наповнювачі. Введення пористих заповнювачів зменшує усадку в 2 рази (але це протирічить досягненню високих показників міцності).

– Зменшити жирність бетонної суміші. Зниження вмісту цементу, знижена кількість піску зменшує усадку.

– Використання спеціальних протиусадочних добавок: добавки, що компенсують усадку,

добавки, що розширюються при твердінні бетону, пластифікатори бетонної суміші, повітровтягуючі добавки. Добавка вапна знижує усадку. Добавка солей алюмінію також знижує усадку.

– Якщо нічого не допомагає, останній вихід — зменшити розмір окремих монолітних конструкцій, а саме — улаштовувати покриття з окремих плит, а не одним цілим. Улаштування усадочних швів. Улаштування деформаційних швів. Зменшення розмірів конструкцій, які заливаються за один раз.

Усі ці вимоги, а також шляхи їх досягнення, повинні бути визначені в проєктній документації — ПОБ та ПВР. Підбор спеціального безусадочного бетону з урахуванням використання місцевих матеріалів повинен бути розроблений та перевірений заздалегідь.

З огляду на складність виконання всіх вище перерахованих вимог для підрядника, обмеженість часу до здачі об`єкта, а також на те, що було б недоцільно переналаштовувати бетонний вузол заради покриття на одному мосту, було прийнято рішення про вибір асфальтобетонного покриття, конструкція якого описана вище.

Покриття влаштоване у вересні 2021 року згідно запропонованої конструкції (**рис. 18–21**):

Рисунок 18 — Улаштування нижнього шару (вирівнювання) асфальтобетонного покриття на підходах (правий проїзд)

Рисунок 19 — Улаштована рулонна гідроізоляція, дренажний шар і водоприймальні решітки (трапи)

Рисунок 20 — Ущільнення нижнього шару асфальтобетонного покриття

Рисунок 21 —Улаштоване асфальтобетонне покриття на лівому проїзді моста

Висновки

Дослідження показали необхідність чіткого дотримання стандартів якості при улаштуванні цементобетонного покриття на мостах.

Проведені дослідження показали, що в цементобетонному покритті, виготовленому з порушенням технології, з'являються усадочні тріщини, боротися з якими після їх появи дуже важко. Оскільки усадка бетону може тривати до 1,5 років, слід чекати появи ще більшої кількості тріщин. Також виявилося, що покриття на мосту не мало зчеплення з нижнім шаром — монолітною плитою прогонової будови. У самому бетоні покриття наявні раковини і пухирці повітря, що вказує на недостатнє ущільнення — а це в свою чергу знижує водостійкість і морозостійкість покриття. З огляду на вищевказані причини, ремонт окремих тріщин визнано недоцільним. Для досягнення високих експлуатаційних якостей необхідно розібрати пошкоджене цементобетонне покриття і улаштувати нове.

Було розглянуто варіанти конструкцій асфальтобетонного та цементобетонного покриттів, надані рекомендації з технології улаштування обох видів покриття.

У результаті аналізу, для влаштування було прийняте асфальтобетонне покриття, яке було улаштовано у вересні 2021 року та по мосту було відкрито рух.

Список літератури

1. Дехтяр А.С. Оптимальні терміни й об'єми ремонтів залізобетонних мостів. *Діагностика, довговічність та реконструкція мостов и будівельних конструкцій*. Львів, 2001. Вип. 3. С. 83–86.

2. Лантух-Лященко А.І. Оцінка технічного стану транспортних споруд, що знаходяться в експлуатації. *Вісник транспортної академії України*. Київ, 1999. Вип. 3. С. 59–63.

3. Пшінько О.М., Солдатов К.І., Краснюк А.В. Діагностика та методи ремонту і підсилення залізобетонних мостів. *Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій*. Львів, 2009. Вип.11. С. 146–158.

4. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови. Київ, 2016. 29 с. (Інформація та документація).

5. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ). Київ, 2010. 56 с. (Інформація та документація).

6. Звіт про виконання роботи за договором від 01.07.2019 № 377-19 «Виконання науково-технічних розробок та науково-технічного супроводу робіт на будівельному об'єкті «Будівництво обходу м. Кобеляки на ділянці км 113+000 – 114+000 (мостовий перехід через р. Ворскла) під час реконструкції автомобільної дороги державного значення Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка, Полтавська область (код 71350000-6 ДК 021:2015 «Науково-технічні послуги в галузі інженерії»)» ДерждорНДІ, Київ, 2020.

7. Проєкт «Реконструкція автомобільної дороги державного значення Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка на ділянці км 155+000 – км 159+965, Полтавська область». Міст на ПК 1592+67,285. Робочі креслення. ПП НВФ «Мостопроект», м. Київ, 2020 р.

8. Проєкт «Будівництво північної ділянки об'їзної автомобільної дороги м. Львів, Львівська область». Міст на ПК 649+82. ТОВ «Інститут комплексного проектування об`єктів будівництва», м. Київ, 2020.

References

1. Dekhtyar A. S. Optymalni terminy y obiemy remontiv zalizobetonnykh mostiv [Optimal terms and volumes of repairs of reinforced concrete bridges]. *Diagnostics, durability and reconstruction of bridges and building structures.* Lviv, 2001, Issue 3, P. 83–86 [in Ukrainian].

2. Lantukh-Lyashchenko A. I. Otsinka tekhnichnoho stanu transportnykh sporud, shcho znakhodiatsia v ekspluatatsii [Assessment of the technical condition of transport structures that are in operation]. *Bulletin of the Transport Academy of Ukraine*. Kyiv, 1999. Issue 3. P. 59–63 [in Ukrainian].

3. Pshinko O.M., Soldatov K.I., Krasniuk A.V. Diahnostyka ta metody remontu i pidsylennia zalizobetonnykh mostiv [Diagnostics and methods of repair and reinforcement of reinforced concrete bridges]. *Diagnostics, durability and reconstruction of bridges and building structures*. Lviv, 2009. Issue 11. P. 146–158 [in Ukrainian].

4. DSTU B V. 2.7-127:2015 Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton shchebenevo-mastykovi. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V. 2.7-127:2015) Mixtures of asphalt concrete and asphalt concrete crushed stone-Mastic. Technical specifications]. Kyiv, 2016. 29 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

5. DSTU B V. 2.7-176:2008 Budivelni materialy. Sumishi betonni ta beton. Zahalni tekhnichni umovy (EN 206-1:2000, NEQ) [State Standard of Ukraine (DSTU B V. 2.7-176:2008) Building materials. Concrete mix of and concrete. General technical conditions (EN 206-1:2000, NEQ)]. Kyiv, 2010. 56 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

6. Zvit pro vykonannia roboty za dohovorom vid 01.07.2019 № 377-19 «Vykonannia naukovo-tekhnichnykh rozrobok ta naukovo-tekhnichnoho suprovodu robit na budivelnomu obiekti «Budivnytstvo obkhodu m. Kobeliaky na diliantsi km 113+000 – 114+000 (mostovyi perekhid cherez r. Vorskla) pid chas rekonstruktsii avtomobilnoi dorohy derzhavnoho znachennia N-31 Dnipro – Tsarychanka – Kobeliaky – Reshetylivka, Poltavska oblast (kod 71350000-6 DK 021:2015 «Naukovo-tekhnichni posluhy v haluzi inzhenerii»)» [Report on the performance of work under the contract dated 01.07.2019 № 377-19 «Implementation of scientific and technical developments and scientific and technical support of work at the construction site» construction of the Kobelaki bypass on The km section 113+000 – 114+000 (bridge crossing over the Vorskla River) during the reconstruction of the highway of state significance N-31 Dnipro – Tsarichanka – Kobelaki – Reshetilovka, Poltava region (code 71350000-6 DC 021:2015 «Scientific and technical services in the field of engineering»)»]. DerzhdorNDI SE. Kyiv, 2020 (Information and documentation) [in Ukrainian].

7. Proiekt «Rekonstruktsiia avtomobilnoi dorohy derzhavnoho znachennia N-31 Dnipro – Tsarychanka – Kobeliaky – Reshetylivka na diliantsi km 155+000 – km 159+965, Poltavska oblast». Mist na PK 1592+67,285. Robochi kreslennia [Project of «Reconstruction of the National Highway N-31 Dnipro – Tsarichanka – Kobelaki – Reshetilovka on the section km 155+000 – km 159+965, Poltava region». Bridge on PC 1592+67,285. Working drawings]. Developed by the company NPF «Mostoproekt», Kyiv, 2020 (Information and documentation) [in Ukrainian].

8. Proiekt «Budivnytstvo pivnichnoi dilianky obiznoi avtomobilnoi dorohy m. Lviv, Lvivska oblast». Mist na PK 649+82 [Project of «Construction of the northern section of the Lviv bypass road, Lviv region». Bridge on PC 649+82]. LLC «Institute of integrated design of construction objects», Kyiv, 2020 (Information and documentation) [in Ukrainian].

Inna Yermakova, *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-2658-1857*
Maksym Nechyporenko, *https://orcid.org/0000-0001-5462-6947*

M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine

SCIENTIFIC SUPPORT OF BRIDGE REPAIRS ON KM 159 + 267 DURING THE RECONSTRUCTION OF THE H-31 HIGHWAY DNIPRO – TSARICHANKA – KOBELAKI – RESHETILOVKA

Abstract

Introduction. Bridges are one of the most important components of transport infrastructure. And transport structures are built of complex structures, and the cost of their operation is high. In the last period, the traffic intensity and weight of vehicles on the roads of Ukraine have significantly increased. Ensuring reliable and trouble-free operation is a priority, complex and responsible task.

Problem statement. After the installation of a cement-concrete surface on the bridge on Km 159+267 of the H – 31 Dnipro – Tsarichanka – Kobelaki – Reshetilovka road, cracks were found on the cement-concrete surface across the entire passage after some time. Oblique and transverse cracks soon appeared in the surface on both adjacent bridges (separate bridges for different directions of movement). The opening of cracks reached 1 mm.

Materials and methods. On the bridge at Km 159+267, an experimental design was applied — a cement-concrete coating made of concrete of class B40.

It provides for the device of dense waterproof concrete of the roadway slab, 110 mm thick, made of monolithic concrete of Class B40 F300 W12 (C32/40, XF4, C1 0,20 according to DSTU B V.2.7-176:2008, crushed stone fraction 5–10 mm), after the device of a monolithic slab with a thickness of 200 mm, combining the beams of the superstructure.

To study damaged structures, methods for measuring the opening of cracks using probes and tape measures were used. To determine the adhesion of the coating to a monolithic slab, samples were taken – round cores using a core collector. The strength of the concrete was measured with a sclerometer.

Results. As a result of the conducted research, the lack of adhesion of the cement-concrete coating to the monolithic slab of the bridge was revealed.

To achieve high performance, it is necessary to disassemble the damaged cement-concrete surface and install a new coating to eliminate defects in the bridge surface on km 159+267 of the H-31 highway.

Conclusions. Studies have shown that more and more new cracks appear in the cement-concrete coating, and the opening of old ones increases. The cause of cracks is shrinkage of concrete. Since concrete shrinkage can last up to 1.5 years, even more cracks should have been expected to appear. It also turned out that the cement-concrete coating does not adhere to the monolithic slab of the superstructure.

Given the above reasons, it is impractical to repair individual cracks.

To achieve high performance, it is necessary to disassemble the damaged cement-concrete coating and install a new one. Taking into account the capabilities of the contractor, the construction of the bridge bed and asphalt concrete pavement was developed.

Keywords: road, bridge, asphalt concrete, cement-concrete pavement.