

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРИТТЯ

Більченко А. В., Кіслов О. Г.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У процесі експлуатації мостові споруди, що експлуатуються у відкритому атмосферному середовищі, піддаються дії екстремальних природно-кліматичних умов, хімічних продуктів та тимчасових і динамічних навантажень, що постійно змінюються. Мостові споруди, що побудовані в 60–80 роки минулого століття, знаходяться в критичній ситуації і вимагають капітального ремонту. Під час прогнозування довговічності мостових споруд необхідно враховувати вплив температурно-вологісних кліматичних факторів та із силових впливів, оскільки в споруді використовуються конструктивні елементи різної довговічності, які необхідно замінити після виходу їх з ладу, але основні її частини необхідно обов'язково посилювати. Найбільш вразливими елементами мостової споруди є верхня частина бетону пролітних будов (плита) і гідроізоляція, тому актуальним на сьогодні є питання посилення плит і заміна гідроізоляції. З цією метою вздовж накладної монолітної плити встановлюють нову гідроізоляцію. Метою цієї роботи є вивчення питання технології облаштування цієї плити й аналіз необхідних матеріалів і технологій під час встановлення гідроізоляційного захисту.

Ключові слова: мостові споруди, залізобетонна монолітна плита, гідроізоляція, технологія облаштування.

Вступ

Стан мостових споруд в Україні, що побудовані в 60–80 роки минулого століття, завдяки недбалій експлуатації дорожніми організаціями, підійшов до критичної межі, тому значна їхня кількість вимагає капітального ремонту.

Технічний стан мостової споруди характеризується дефектами його елементів. Наслідком їхньої появи є зниження несної здатності. Виявлення дефектів конструкції є найскладнішим етапом роботи під час експлуатації мостів і вимагає обґрунтованих знань і досвіду, тому що базується на суб'єктивному рішенні.

Як відомо, причин виникнення дефектів досить багато. Головними з них є нестійкість бетону до впливу довкілля; корозія металу арматури; вплив фізичних дефектів на конструктивне рішення; помилки під час проектування та порушення правил технології будівництва й експлуатації. Згодом усі матеріали фізично змінюються, тому абсолютно стійких матеріалів до впливу довкілля не існує.

Одним з найважливіших конструктивних елементів мостової споруди є дорожній одяг проїжджої частини, який отримує навантаження від руху транспорту й передає їх на силові елементи споруди (балки, плити й опори).

Успішна експлуатація всієї споруди можлива тільки за умови спільної роботи дорожнього одягу та несних конструкцій моста. Конструкція дорожнього одягу повинна забезпечувати дотримання вимог, основними з яких є критерії комфорту та безпеки проїзду транспорту та проходу пішоходів, а також експлуатаційні вимоги, зокрема надійність і довговічність дорожнього одягу й несних конструкцій.

Однак донедавна в Україні існував підхід до дорожнього одягу мостової споруди, як до допоміжного конструктивного елемента, а основна увага приділялася несним конструкціям прогонових будов і опор. Про це свідчить ступінь зношення моста, де основна увага приділяється стану залізобетонних конструкцій. Вплив пошкоджень асфальтобетонного покриття, деформаційних швів і гідроізоляції на загальний стан мостової споруди зводився до фіксації дефектів, але ж ці два конструктивні елементи є провідниками агресивної води, що руйнує несні конструкції.

Серед науковців існує думка, що головною причиною невеликого терміну довговічності мостових споруд є погане їхнє технічне обслуговування. Однак досвід демонструє, що основними причинами є низька якість матеріалів і технологічних процесів будівельних робіт невисокий рівень професіоналізму виконавців цих робіт. Тому необхідно

конкретизувати причини деградації кожного з видів конструктивних елементів дорожнього одягу, здійснити розрахунки щодо визначення його гарантованої міцності з часом і визначити, у який спосіб будуть збережені експлуатаційні властивості. Тому вимоги нормативних документів щодо облаштування монолітної залізобетонної плити під час ремонтних робіт дорожнього одягу передбачає деградацію залізобетону у верхній частині прогонових будов. Досвід експлуатації доводить, що за 30–35 років руйнування верхньої частини прогонових будов досягають 10–15 см, а іноді і більше, що призводить до втрати несної здатності стиснутої зони прогонових будов. Крім того, нині, різко збільшились навантаження від великовагових автомобілів.

Важко погодитися, що під час ремонтних можна зберегти наявні конструктивні рішення споруди, оскільки є недостатньо вивченим залишковий ресурс і методи врахування дефектів. У спорудженнях можуть бути використані конструктивні елементи різної довговічності, придатні для заміни в разі потреби, але основні його частини необхідно не замінювати, а посилювати в міру їхніх руйнування. У цьому випадку складові частини споруди по-різному впливають на комфортність і безпеку автомобільного руху. Отже, дорожній одяг проїзної частини дуже сильно впливає на ці два параметри, оскільки руйнування асфальтобетонного покриття і гідроізоляції призводить не тільки до дискомфорту руху а й до руйнування несних елементів, що загрожує виходом з ладу всієї споруди. У цьому випадку в процесі експлуатації важливу функцію здійснює простота обслуговування та поточного ремонту, доступність найвідповідальніших вузлів для контролю їхнього стану або заміни. Процеси експлуатації мостових споруд демонструють, що найбільш руйнівними елементами мостових споруд є асфальтобетонне покриття, деформаційні шви й гідроізоляція. На кількість і конструктивне рішення щодо використання деформаційних швів впливає схема моста, матеріали та кліматичні умови. Зменшення кількості деформаційних швів призвело до поліпшення комфортності та до погіршення горизонтального розподілу зусиль. Тому під час ремонту дорожнього одягу виникає питання ремонтпридатності цих елементів у поєднанні з облаштуванням монолітної залізобетонної плити, в якій створюються реальні умови облаштування сучасних деформаційних швів.

Аналіз публікацій

Виготовлені з дотриманням усіх вимог залізобетонні конструкції мостових споруд можуть певний час протистояти кліматичним впливам. У роботі розглядаються залізобетонні конструкції мостових споруд, що експлуатуються на відкритому повітрі. Тривалий негативний вплив атмосферних умов призвів до зростання кількості дефектів і наступного виходу з ладу всієї мостової конструкції. Щоб мостова споруда функціонувала необхідно дотримання трьох умов: якісні матеріали для виробництва мостових конструкцій, правильна технологія виготовлення, догляд і своєчасний ремонт [1–4]. Кожний дефект у мостових залізобетонних конструкціях є відхиленням від технічних і технологічних вимог і може протягом певного часу викликати порушення роботи споруди. Один дефект може спричинити появу інших дефектів. Правильно визначена діагностика на ранній стадії експлуатації дозволяє попередити можливий розвиток дефектів у майбутньому і обмежитися виконанням незначних робіт з їх усунення [1, 5].

З огляду на дисонанс між темпами зростання навантажень на мостові споруди та деградацію елементів залізобетонних конструкцій до нормативних документів [6] було додано вимогу, яка передбачає під час капітального ремонту проїжджої частини облаштування суцільної монолітної залізобетонної плити, товщиною 18–20 см.

Технологічний процес облаштування монолітної залізобетонної плити [7, 8, 9] має певні складності, оскільки, крім облаштування анкерів для з'єднання зі старою плитою, необхідно враховувати різноманітні розрахункові опори бетону. Коефіцієнти умов роботи, надійності за навантаженням і матеріалом повинні бути адекватними та коригуватися з прийнятими відповідними рівнями навантажень [10], щоб нормована надійність проти появи можливих граничних станів була витримана. Бетон у плитах, які об'єднуються, буде різним як за міцністю, так і відповідно до гранулометричним вимогам, оскільки на механічні характеристики бетону в процесі стиснення помітний впливає вік бетону, а також його неоднорідність [10–13] і ступінь його руйнування.

Мета і постановка завдання

Метою роботи є вивчення питання виникнення технологічних тріщин під час бетонування монолітної залізобетонної плити в

процесі ремонту мостової споруди. Технологічні процеси, що відбуваються під час бетонування, викликають появу тріщин на поверхні плити. Було висунуто припущення щодо накладення усадочних тріщин на технологічні, і розвитку їх у часі, оскільки тріщина завжди шукає послаблене місце. Цей процес впливає на якість напилуваної гідроізоляції, яка на сьогодні значно поширена [14–16].

Реалізація завдання

У роботі розглядається питання виникнення тріщин в захисному шарі верхньої частини плити під час її бетонування. Технологічний процес, що здійснюється під час бетонування, може викликати появу тріщин на поверхні плити.

У процесі облаштування монолітної залізобетонної плити після її бетонування здійснюються обстеження її стану. Після зняття тепловологозахисних плівок, якими вкривають свіжоукладений бетон, на поверхні конструкції можуть спостерігатися багаточисленні тріщини, які залежать від класу бетону, водоцементне відношення та технологічні ущільнення, можливими причинами яких, на нашу думку, є:

- їхній множинний тип (кількість тріщин на 1 пог. м може досягати 40 штук), що залежить від щільності бетону і водоцементного відношення;

- неоднорідність розподілу тріщин вздовж поверхні плити;

- можлива наявність ділянок з малою кількістю тріщин;

- однакова орієнтація тріщин до осі прогонової будови, що пов'язана із загальною жорсткістю споруди;

- довжина тріщин не перевищує 60 см з розкриттям 1,5 мм;

- глибина тріщин коливається від 40 до 80 мм.

Облаштування монолітної залізобетонної плити пов'язано з необхідністю розрахунку кількості анкерів для поєднання старої плити із новою.

Під час технологічних процесів укладання бетону в монолітних залізобетонних конструкціях, бетон використовують як важку рідину, що викладено у роботах авторів [10, 12].

Аналіз технологічних процесів під час виготовлення залізобетонних великогабаритних конструкцій у монолітному бетоні демонструє, що поява тріщин на поверхні монолітної плити прогонових будов належить до розряду технологічних. Крім того, їхня поява на поверхні відбувається за короткий

проміжок часу після операції з вібрації поверхні бетону віброрейкою. Виникнення цих тріщин й інших дефектів пов'язане з такими процесами:

- осідання рухомої бетонної суміші необхідно розглядати як рух важкої рідини, що за своєю щільністю перевершує в 1,5–2,0 рази щільність води і складається з великих і дрібних частинок. Властивості важкої рідини визначено в роботі [12]. У процесі руху цієї рідини відбувається зависання частинок на каркасі, що складається з зерен крупного заповнювача, арматурного каркаса, елементів опалубки. У зв'язку з малою товщиною плити (20 см) рух рідини здійснюється переважно вздовж похилої площини, тому крупний заповнювач може нахилитися та втратити стійке положення;

- під час формування відносно жорсткої структури бетону, яка перешкоджає взаємопереміщенню окремих мас бетонної суміші, відбувається порушення її суцільності, результатом якої і з'являються тріщини на поверхні плити. Аналіз демонструє, що виникнення тріщин є не регулярним, а імовірнісним;

- розріджена віброрейкою бетонна суміш ніби ковзає вздовж похилих шарів ущільненого бетону та потрапляє до найнижчої частини плити, збільшуючи водоцементне співвідношення і зменшуючи міцність бетону. Важка складова рідини в об'ємі ковзає вздовж розрідженого шару;

- велика площа тепловіддачі створює виникнення температурних деформацій;

- арматурний каркас монолітної накладної плити проектується з двох сіток з кроком 200 x 200 мм й арматурою Ø 14–16 мм, що належить до жорсткого каркаса, який створює обмеження для пластичних деформацій бетонної суміші після її укладання. Чим потужніше армування, тим більше тріщин з'явиться. З іншого боку, у процесі вібрації арматурного каркаса, що зумовлює розрідження бетону біля нього і збільшення водоцементного співвідношення вздовж периметра стрижнів арматури. Після видалення води виникають пори, що зменшують адгезію бетону з арматурою та сприяють появі мікротріщин вздовж периметра арматури й бетону. Таким чином, велика кількість зайвої арматури не збільшує міцність залізобетонної плити і загалом залізобетонного елемента, а навпаки погіршує сумісну роботу бетону і сталі. В Україні нині ще немає теорії розрахування арматури накладної монолітної плити.

Визначити однозначну залежність між темпами надходження суміші необхідного складу її рухливостю, армуванням і появою тріщин без лабораторних досліджень дуже важко, а досвід облаштування накладної плити на виробництві невеликий. Необхідний статистичний аналіз виробничого досвіду та інших факторів, зокрема геометричних, градієнтних і кліматологічних умов. Досвід демонструє, що результати зменшення появи тріщин визначають спосіб проведення повторної вібрації через 1,5–2 години рейкою у зворотному напрямку [13], що ліквідує частину тріщин, оскільки крупний заповнювач набуває стійкого положення або застосування сумішей з підвищеним збереженням тиксотропних властивостей за допомогою сповільнювачів схоплювання. Природне укладання гідроізоляції на таку поверхню з тріщинами може призвести до браку за умови, якщо це напилювальна гідроізоляція. Підготувати таку поверхню до укладання гідроізоляції можна за допомогою процесу затирання тріщин. Наявні матеріали та методи ремонту зазвичай не дозволяють отримати поверхню з якістю, властивою конструкціям без дефектів. У цьому випадку технологічні тріщини збільшуються через усадочні деформації, які залежать від фракційного розподілу мікрочастин цементного каменю, складу наповнювачів і кількості пор після видалення зайвої води, тому що тріщина шукає найслабше місце в поперечному перерізі.

Свіжоукладений бетон має високий ступінь вологості. Таким чином, причиною усадки є зміна вологого стану цементного каменю. У цьому випадку усадка вздовж поперечних перерізів елементів не є однаковою через нерівномірне висихання вздовж товщини в макро- і мікрокапілярах.

Усунення або мінімізація несприятливого впливу на міцність бетону може викликати ефект нестійкого розвитку тріщин, тому напилювальна гідроізоляція, зроблена вздовж оброблених технологічних тріщин, у майбутньому може викликати горизонтальні розтягування, а у випадку дії «заморожування-відтаювання» та динамічних навантажень через деякий час її цілісність гарантувати буде складно.

Верхня зона плит автодорожніх мостів за типом роботи гідроізоляції належить до категорії бетону, який має гідрофобні властивості, у цьому випадку можлива поява тріщин, через які агресивна вода з покриття проїжджої частини проникає до верхньої зони захисного шару бетону, а за наявності тріщин то і до арматури.

Багаторічні спостереження виявили недостатню надійність і довговічність плит проїжджої частини автодорожніх мостів. Причиною цього є виключно несприятливе поєднання впливів на бетон вологи з солями в умовах змінного заморожування води в порах бетону і високого рівня багаторазово повторюваних динамічних навантажень. Зазвичай після 30–40 років експлуатації поверхня сильно пошкоджується через потрапляння води й продуктів солей, що фільтруються крізь пошкоджене асфальтобетонне покриття та гідроізоляцію. Таким чином:

1) практично всі фактори, що визначають деградаційні процеси мостової споруди, є випадковими й індивідуальними та можуть бути визначені в імовірнісних категоріях;

2) технологічні процеси в разі облаштування монолітної залізобетонної накладної плити викликають появу технологічних тріщин, які посилюються з часом усадковими деформаціями та деформаціями від динамічного навантаження.

Маючи таку поверхню плити, необхідно знайти ефективний гідроізоляційний захист.

Серед випробувань матеріалів на реальні навантаження, що виникають під час експлуатації, є випробування на розрив у разі виникнення тріщин на поверхні, що захищається. У конструкціях існують тріщини різноманітного походження, які виникають на етапах виготовлення: технологічні тріщини (тріщини усадки, температурні), на етапах облаштування та на стадії експлуатації (температурні, силові). У разі миттєвого виникнення силової тріщини гідроізоляція, яка має певну адгезію до конструкції, отримує розривне навантаження, що особливо небезпечно за умови знижених температур. Крім того, особливість силових тріщин у тому, що вони здатні розкриватися та закриватися, залежно від дії навантаження, і ці впливи не є статичними, прогнозованими та такими, що постійно діють. Тому випробування на стійкість матеріалу до розриву в разі виникнення тріщин на поверхні, що гідроізолюється (або подовження в разі появи тріщини), є важливим. Додатковими обставинами є те, що до появи тріщини гідроізоляція вже могла отримувати певні навантаження (заморожування-відтавання, дію хімічних сполук, проколювання, стиснення тощо). Це також можна додатково відтворити в процесі випробувань.

Під час здійснення випробувань матеріалів для конкретної споруди необхідно скласти схему впливів, залежно від конструктив-

них особливостей споруди та умов будівництва. Тобто необхідно розробити приклад загальної концептуальної схеми впливів на гідроізоляцію конкретної мостової споруди. Потім здійснюють випробування залежності від концептуальної схеми.

Вибір матеріалів для гідроізоляційного захисту прольотних будов є головною частиною комплексного завдання конструювання надійного мостового полотна, яке містить вирішення питань організації водовідведення з проїзної частини та тротуарів, облаштування герметичних деформаційних швів, проектування дренажу, розроблення конструктивного рішення дорожнього одягу та самої гідроізоляції. Актуальним в Україні залишається питання вдосконалення методик та обладнання для проведення випробувань гідроізоляційних матеріалів відповідно до реальних умов роботи цих матеріалів у комплексі гідрозахисту прогонових будов. Постійні впливи від автотранспорту у верхній частині плит викликають зусилля розтягнення над балками, втомленість напруги асфальтобетону та потребують забезпечення «втомленісної довговічності» матеріалів гідроізоляції і асфальтобетону. Втомленістю в цьому випадку називають процес постійного накопичування залишкових деформацій у гідроізоляційному матеріалі під впливом тимчасових напруг, що призводить до зміни властивостей матеріалу, до утворення та розвитку тріщин, а також до дефектів дорожнього одягу. Мірою втомленісної довговічності матеріалу (яка корелюється з терміном служби) є кількість циклів навантажень, які витримуються матеріалом до його руйнування. За негативних температур асфальтобетон через декілька років починає руйнуватися. Тому цей показник необхідно регулювати дозуванням компонентів для конкретних умов роботи. Під час випробувань на втомленісну довговічність матеріалів, які попередньо знаходились під дією циклів «заморожування-відтавання», двошарові зразки можуть давати навіть гірші показники, ніж одношарові. Матеріали для гідроізоляції мостів повинні забезпечувати водонепроникність під дією статичного і динамічного тиску води, стійкість до водопоглинання, до циклічного заморожування-відтавання, до агресивних дій хімічних сполук, сумісність з матеріалами суміжних шарів дорожнього одягу, стійкість до продавлювання; стійкість до утворення пухирів, стійкість до старіння, здатність витримувати розкриття тріщин на поверхні, що ізолюється, необхідне зчеплення з поверх-

нею, що ізолюється, і з захисним шаром під дією різних зусиль, адгезію до бетону плити проїжджої частини, деформативність за мінусових температур тощо.

Гідроізоляційні матеріали, що використовують під час будівництва та ремонту автодорожніх мостів, і шари дорожнього одягу прольотних будов працюють в індивідуальних для силових та кліматичних впливів. Нині вчені та виробники приділяють велику увагу аналізу властивостей таких матеріалів, конструкцій гідроізоляції, впливів зовнішніх чинників на шари дорожнього одягу мостів, розробленням нових конструктивних рішень гідроізоляції.

Аналізуючи виробничі процеси, що здійснювався останнім часом, можна стверджувати, що під час ремонтів мостових споруд найбільш поширеною є технологія напилюваної гідроізоляції. Її відмінними рисами є безшовність покриття та простота в роботі. Нанесення методом розпилювання дозволяє рівномірно та надійно гідроізолювати будь-яку поверхню будь-якої складності та форми. Ця гідроізоляція повинна бути стійкою за регламентами виробника до динамічного навантаження та стійкою до нафтопродуктів, мікроорганізмів, вона має герметизувати пори бетонних конструкцій на поверхні.

Дорожній одяг мостів протягом терміну функціонування піддається змінним кліматичним діям, зокрема сезонним та добовим коливанням температури. Коливання температури повітря викликають у прогонах деформації подовження; різниця температур, або різка зміна температури призводять до згинів У літній період часу переміщення кінців залізобетонних будов відбувається після зміни температури повітря й відповідає повній амплітуді коливань температур. У літній період часу матеріал гідроізоляції, що працює разом з прольотною будовою, знаходиться в ненапруженому стані через повільні зміни середньомісячних температур та внаслідок релаксаційних процесів у бітумних мастильних або бітумно-полімерних рулонних матеріалах. У зимовий період часу масивні залізобетонні прольотні будови майже не реагують на зміни температур повітря протягом доби, але напружений стан гідроізоляційних матеріалів внаслідок зміни їхнього модуля пружності може бути критичним. Таким чином, можуть виникати значні розтягувальні напруги в усіх шарах дорожнього одягу, зокрема на металевих спорудах. Тому пошук ефективних технологій гідроізоляційного захисту є важливою роботою як для

проектувальників, так і для виробників під час здійснення капітального ремонту споруд.

Висновки

Аналіз технологічних процесів, що використовують у процесі капітальних ремонтів мостових споруд демонструє реальну необхідність влаштування монолітної залізобетонної плити, яка не тільки посилює роботу верхньої частини прогонових будов, але розподіляє навантаження на більшу площу. У цьому випадку:

1) накладну монолітну плиту під час капітального ремонту необхідно розглядати як плоску систему з розподілом зусиль у двох напрямках, а несна здатність плити може бути збільшена в $1,5 \div 2$ рази;

2) наявна технологія укладання бетону викликає утворення технологічних тріщин на поверхні плити, які з часом під дією кліматичних впливів і динаміки автотранспорту можуть збільшуватись;

3) наведено можливе облаштування гідроізоляції вздовж верхньої частини плити та вимоги до матеріалів і технологій, що використовуються під час цього процесу.

Література

1. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ-Н. Б. В.2.3-23:2009. (Чинний від 2019-11-11). Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 52 с. (Державний стандарт України).
2. Васильев А. И., Полевко В. П. Долговечность железобетонных мостов и меры по увеличению срока их службы. Автомобильные дороги. 1995. № 9. С. 30–32.
3. Більченко А. В., Бадаєва О. А., Кислов О. Г. Економічні проблеми і тенденції погіршення мостових споруд. Науковий вісник ХГУБА. 2008. Вип. 48. С. 34–38.
4. Ефанов А. В. Моделирование динамического взаимодействия системы «транспортное средство – деформационный шов автодорожного моста». Инновационные технологии в обучении и производстве: материалы III Всерос. конф. В 3 т. 2009. Т. 1. С. 78–82.
5. Безбабичева О. И. Совершенствование конструкции гидроизоляции мостов – одна из возможностей повышения их долговечности: сб. докладов Укр. межотраслевого научно-практич. семинара «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення». Київ. 1998. С. 9–12.
6. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування: ДБН В.2.3-6:2009. [Чинні від 2009-11-11]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 63 с. (Будівельні норми України).
7. Лозицкий А. С. Анализ контроля качества строительства и эксплуатации мостовых со-

ружений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». Пермь. 2014. С. 459–462.

8. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5-2007-К: Мінрегіонбуд України, 2007. 15 с. (Державні будівельні норми України).
9. Більченко А. В., Кіслов О. Г., Синьковська О. В. Проблема довговічності залізобетонних конструкцій. Науковий вісник будівництва. 2018. Т. 92. № 2. С. 163–166.
10. К вопросу продления срока службы мостовых сооружений / Кислов А. Г., Бильченко А. В., Лозицкий А. С., Игнатенко А. В. Науковий вісник будівництва. 2017. Т. 88. № 2. С. 131–136.
11. Проблемы научно-технического сопровождения капитального ремонта мостовых сооружений / Бильченко А. В. и др. Вестник ХНАДУ. Вып. 81.
12. Більченко А. В., Кіслов О. Г., Змієва А. І. Вплив технології виготовлення залізобетонних конструкцій мостових споруд на їхню довговічність. Науковий вісник будівництва. 2019. Том. 96. № 2.
13. Евланов С. Ф. Технологические трещины на поверхности монолитных пролетных строений. Труды ЦНИПС. Проблемы нормирования и исследования потребительских свойств мостов. Москва. 2002. Вып. 208. С. 166–173.
14. Безбабичева О. И., Бережна К. В., Жданюк Е. В. Сучасні конструктивні і технологічні рішення мостового полотна автодорожніх мостів із ефективними варіантами гідроізоляційного захисту. Вестник ХНАДУ. 2002. № 19. С. 142–144.
15. Духовный Г. С., Хоружая Н. В. Совершенствование гидроизоляционных материалов для защиты искусственных сооружений в транспортном строительстве [электронный ресурс]. Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. Белгород. 2009. С. 236–239.
16. Сахарова И. Д., Казарян В. Ю. Гидроизоляционные системы для мостовых сооружений. Стройпрофиль. 2002. № 8. С. 42–45.

References

1. Nastanova z otsiniuvannia i prohozuvannia tekhnichnoho stanu avtodorozhnikh mostiv: DSTU-N. B. V.2.3-23:2009.- (Chynnyi vid 2019-11-11). Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009. 52 s. (Derzhavnyi standart Ukrainy).
2. Vasylev A. Y., Polevko V. P. Dolhovechnost zhelezobetonnykh mostov y меры по uvelychenyiu sroka ykh sluzhby. Avtomobylnye dorohy. 1995. № 9. S. 30–32.
3. Bilchenko A. V., Badaieva O. A., Kislov O. H. Ekonomichni problemy i tendentsii pohirshennia mostovykh sporud. Naukovyi visnyk KhHUBA. Kharkiv. 2008. Vyp. 48. S. 34–38.
4. Efanov A. V. Modelyrovanye dynamycheskoho vzaymodeistvyia systemy «transportnoe sredstvo

- deformatsyonnyi shov avtodorozhnoho mosta». Ynnovatsyonnye tekhnolohyy v obuchenyy u proyzvodstve: materyaly III Vseros. konf. V 3 t. Volhohrad. 2009. T. 1. S. 78–82.
5. Bezbabycheva O.Y. Sovershenstvovanye konstruksyy hydrozoliatsyy mostov – odna yz vozmozhnostei povysheniya ykh dolhovechnosti: sb. dokladov Ukr. mezhotraslevoho nauchno-praktych. semynara «Suchasni problemy proektuvannia, budivnytstva ta ekspluatatsii sporud na shliakhakh spoluchennia» Kiev. 1998. S. 9–12.
 6. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennia i vyprobuvannia: DBN V.2.3-6:2009. – [Chynni vid 2009-11-11]. Kiev: Minrehionbud Ukrainy, 2009. 63 s. (Budivelni normy Ukrainy).
 7. Lozytskyi A. S. Analiz kontroliia kachestva stroytelstva y ekspluatatsyy mostovykh sooruzhenyi. Modernyzatsiia y nauchnye yssledovaniia v transportnom komplekse: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Perm. 2014. S. 459–462.
 8. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Naukovo-tekhnichniy suprovid budivelnykh obiektiv: DBN V.1.2-5-2007-K: Minrehionbud Ukrainy. 2007. 15 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
 9. Bilchenko A. V., Kislov O. H., Synkovska O. V. Problema dovhovichnosti zalizobetonnykh konstruksii: zb. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2018. T. 92. № 2. S.163–166.
 10. K voprosu prodlennia sroka sluzhby mostovykh sooruzhenyi / Kyslov A. H., Bilchenko A. V., Synkovska O. V., Yhnatenko A. V. Naukovyi visnyk budivnytstva. Kharkiv. 2017. T. 88. № 2. S. 131–136.
 11. Problemy nauchno tekhnicheskoho soprovozhdeniia kapytalnoho remonta mostovykh sooruzhenyi / Bylchenko A. V., Kozhushko V. P., Kyslov A. H., Lozytskyi A. S., Synkovskaia E. V. Vestnyk KhNADU, V. 81.
 12. Bilchenko A. V., Kislov O. H., Zmiiova A. I. Vplyv tekhnolohii vyhotovlennia zalizobetonnykh konstruksii mos-tovykh sporud na yikh dovhovichnist. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2019. Tom. 96. № 2
 13. Evlanov S. F. Tekhnolohycheskye treshchyny na poverkhnosti monolytnykh proletnykh stroeni. Trudy TsNYPS. Problemy normirovaniia y yssledovaniia potrebytelskykh svoistv mostov, Moskva, 2002. V. 208. S. 166–173.
 14. Bezbabicheva O. I., Berezhna K. V., Zhdaniuk E. V. Suchasni konstruktyvni i tekhnolohichni rishennia mostovoho polotna avtodorozhnykh mostiv iz efektyvnymy variantamy hidroizoliatsiinoho zakhystu. Vestnyk KhNADU. 2002. № 19. S. 142–144.
 15. Dukhovnyi H. S., Khoruzhaia N. V. Sovershenstvovanye hydrozoliatsyonnykh materyalov dlia zashchity yskusstvennykh sooruzhenyi v

transportnom stroytelstve [электронный ресурс]Mezhdunarodnaia nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia molodykh uchenykh VNTU um. V.H. Shukhova. Belhorod. 2009. S. 236–239.

16. Sakharova Y. D., Kazarian V. Iu. Hydrozoliatsyonnye systemy dlia mostovykh sooruzhenyi. Stroiprofyl. 2002. № 8. S. 42–45.

Більченко Анатолій Васильович, к.т.н., проф. кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В. О. Російського (0577073722, bilchenko39@gmail.com)

Кіслов Олександр Григорович, к.т.н., проф. кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В.О. Російського (0577073722, akislov548@ukr.net)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25 м. Харків, 61002, Україна

Influence of monolithic plate manufacturing technology on physical and mechanical characteristics of the coating

Problem. During operation in an open atmosphere, bridge structures are exposed to extreme natural and climatic conditions, chemicals and constantly changing temporary and dynamic loads. Bridge structures built in the 60s and 80s of the last century have approached a critical situation and require major repairs. **Goal.** The most vulnerable elements of the bridge structure are the upper part of the concrete span structures (slab) and waterproofing, so there was a question of strengthening the slabs and replacing the waterproofing layer. **Methodology.** When forecasting the durability of bridge structures, it is necessary to take into account the influence of temperature and humidity and climatic factors together with force factors. **Result.** The real necessity of mounting a monolithic reinforced concrete slab for strengthening a top slab of girder structures and putting a new waterproofing layer on it is shown. **Originality.** The technology of spraying a waterproofing layer that allows to waterproof a surface of any complexity evenly and reliably is offered. **Practical value.** Overhead monolithic slab enhances the bearing capacity of the power elements of the bridges and can be increased by 1.5–2 times.

Key words: bridge structures, reinforced monolithic slab, waterproofing, technology installation.

Bilchenko Anatoly, Ph.D., prof. Department of Bridges, Structures and Construction Mechanics, (057) 707-37-22, bilchenko39@gmail.com

Kislov Alexander G., Ph.D., prof. departments of bridges, structures and construction mechanics, (057) 707-37-22, akislov548@ukr.net
Kharkiv National Automobile and Highway University