

this publication was to experimentally establish the change in the strength of the glued rods to pull, glued in different places relative to the location of the boards in the cross section of the PKD or CLT panel.

Keywords: glued-in steel rods, prefabricated panels, seams, transverse glued wood, PKD, CLT, joint, pulling strength.

Бідаков А.Н., Распопов Е.А., Пустовойтова О.М., Страшко Б.А. ЗМІНА МІЦНОСТІ ВКЛЕСНИХ СТРИЖНІВ НА ВИСМИКУВАННЯ В ПОПЕРЕЧНОЇ КЛЕСНОЇ ДЕРЕВИНИ (CLT) ЗАЛЕЖНО ВІД ЛОКАЦІЇ СТЕРЖНЯ В ПОПЕРЕЧНОМУ ПЕРЕРІЗІ ПАНЕЛІ. Нові типи будівельних матеріалів на основі деревини, одним з яких є CLT, вимагають точної оцінки міцності різних типів з'єднань. З'єднання CLT панелей на клеєно стрижнях

представляють великий інтерес у зв'язку з розвитком швидкокомтованих модульних будівель з високої заводської точністю відповідних деталей вузлових з'єднань. Оскільки CLT мають структуру перпендикулярно орієнтованих дощок в суміжних шарах, то міцність і поведінку клеєною стрижнів важко оцінити. Мета цього дослідження викладеного в даній публікації, полягала в тому, щоб експериментально встановити зміна міцності клеєною стрижнів на висмикування, клеєних в різних місцях щодо розташування дощок в поперечному перерізі ПКД або CLT панелі.

Ключові слова: клеєні сталеві стрижні, збірні панелі, шви, поперечна клеєна деревина, ПКД, CLT, з'єднання, міцність на висмикування.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-98-4-207-213

УДК 624.21.092

Більченко А.В., Кіслов О.Г., Ігнатенко А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000, Україна; e-mail: Bilchenko39@gmail.com, akislov548@ukr.net; orcid.org/0000-0001-5077-6235, orcid.org/0000-0002-5164-8515, orcid.org/0000-0001-9222-1051)

ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ РІВНІВ УТРИМАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТОВИХ СПОРУД

Виконано аналіз існуючої системи утримання та експлуатації мостових споруд, яка передбачає проведення певного періодичного контролю зміни їх фізичного стану без значного втручання в процес функціонування. Показано, що на певному етапі експлуатаційного циклу споруди виникає питання про необхідність проведення ремонтів тих конструктивних елементів, термін служби яких значно менше терміну служби всієї споруди в цілому. Однак аналіз показав, що в процесі проведення ремонтів виникають труднощі в першу чергу фінансового характеру, а по-друге в організації самого ремонту, тобто або закрити рух, знизити пропускну здатність, організувати перепробіг автотранспорту та інше. Як правило дорожні організації, зайняті експлуатацією доріг, мають обмежену номенклатуру послуг, які потребують вирішення стандартних управлінських завдань, та які не мають достатньої професійної підготовки для експлуатації мостових споруд. Таким чином, експлуатацією мостів вони займаються тільки в критичній ситуації і під різними приводами ремонт мостів затягується до четвертого експлуатаційного стану, коли необхідно виконувати капітальний ремонт. Розглянуто питання організації процесу утримання та експлуатації мостів з пріоритетом поточних ремонтів, який дозволяє, своєчасно, фіксуючи небезпечну стадію розвитку пошкоджень, не допускати подальшого погіршення експлуатаційного стану об'єкта, тобто провести оцінку варіантів стану системи високої складності і визначити комплекс показників ефективності кількох поточних або одного капітального ремонту або реконструкції. Метою даної роботи є необхідність визначити найбільш важливі параметри оцінки стану конструктивних елементів, а так само поставити задачу оптимізації режимів експлуатації споруди. Для проведення поточних ремонтів необхідно уточнити експлуатаційний стан, особливо по дорожньому одязі. Ефективність підходу при проведенні поточних ремонтів визначається співвідношенням ефектів, отриманих в результаті її впровадження і витрат на отримання цього результату. Наведене обґрунтування необхідності проведення поточних ремонтів окремих конструктивних елементів, зокрема дорожнього одягу в другому або третьому експлуатаційному станах, збільшить довговічність споруди в цілому і продовжить його життєвий цикл.

Ключові слова: мостові споруди, залізобетонні конструкції, утримання, експлуатація, поточні ремонти

Вступ. Існуюча система утримання і експлуатації мостовими спорудами недостатньо враховує рівень спеціалізації і технічну складність конструктивної системи мостів на автомобільних дорогах.

Вона виходить за рамки професійної підготовки дорожніх фахівців, структури дорожніх організацій, кваліфікаційного складу робітників, що призводить до значного зниження ефективності організації

утримання мостів. Це не завжди забезпечує отримання ефективних організаційних рішень і на практиці не завжди забезпечується нормальний зв'язок процесу і організації утримання споруд і її синтез на різних рівнях ієрархії. Якщо інформація про дефекти конструктивних елементів не мала висновку про аварійність споруди, то всі інші висновки, внаслідок недосконалої експлуатації та обмеженого фінансування, роками накопичувалися, що і призводило до четвертого рівня експлуатації і капітального ремонту. До цього слід додати невиконання нормативних вимог до не розрахункових елементів дорожнього одягу таких як водовідведення, гідроізоляція і деформаційні шви і традиційне зневажливе до них ставлення призводило до неконтрольованого руйнування несучих залізобетонних конструкцій в перші після будівництва 15-20 років. Таким чином, як правило, термін служби мостової споруди обмежувався 30-40 роками. Тому слід змінити підхід до профілактичних ремонтів найбільш вразливих елементів.

Аналіз публікацій. Нормативні документи [1, 2] чітко регламентують термін служби окремих конструктивних елементів і в цілому ступінь їх деградації. Мости знаходяться в украй важкому стані, так як вони експлуатуються дорожніми організаціями, а ремонт відноситься до дуже ресурсоемким видів робіт [3-7], тому дорожники не поспішають їх виконувати. У ряді публікацій [8, 9] наведені методи управління функціонуванням мостових споруд та підвищення їх ефективності. Моделювання процесів утримання та експлуатації мостових споруд розглядалися раніше в роботах [10-13], однак для поліпшення їх технічного стану необхідно міняти систему управління і експлуатації. Ця проблема давно обговорюється фахівцями [14, 15] але рішення на державному рівні поки немає.

Мета і постановка задачі. Кожен з видів робіт по ремонту конструктивних елементів мостових споруд вимагає своєчасності виконання робіт, певні технології виконання, матеріалів, використання необхідних механізмів і професіоналізму робітників. Тому при призначенні стратегії

утримання мостової споруди необхідно зберегти його як можна довше від руйнування несучих конструкцій, виконуючи поточні ремонти в першу чергу дорожнього одягу. Метою даної роботи є обґрунтування рівнів утримання залізобетонних конструкцій на основі поточних ремонтів найбільш вразливих конструктивних елементів.

Реалізація задачі. Важко погодитися зі збереженням існуючої дотепер концепції будівництва мостових споруд в закінченому вигляді, придатному для експлуатації протягом всього періоду життєздатності його конструкцій. Представляється також спірною орієнтація на будівництво споруди з сучасних матеріалів з життєздатністю до 100 років, але практично з терміном його служби в кілька десятків років. Все це тому, що в спорудженні використовуються конструктивні елементи різної довговічності, які повинні замінюватися у міру виходу з ладу, але основні його частини, безумовно, необхідно зберігати і підсилювати в міру зростання навантажень і зниження несучої здатності їх матеріалів. Необхідно диференціювати критерії показників якості для складових частин споруди з різним ступенем їх впливу на довгострокове утримання. Досвід експлуатації показав, що стосовно до процесу утримання складових частин споруди слід розділити їх на основні, другорядні та допоміжні. Якщо виходити з того, що основними показниками якості мостової споруди є комфортність і безпека автомобільного руху, то до основних складових частин повинні відноситься дорожній одяг (комфортність руху) і несучі конструкції (безпека руху). Але дорожній одяг істотно впливає на довговічність несучих конструкцій, особливо гідроізоляція і водовідведення. Тому для обґрунтування рівнів утримання мостової споруди необхідно мати уявлення, які поточні ремонти необхідно виконувати, щоб цей вплив виявився мінімальним. Тут можна не погодитися із твердженням, що водовідведення відноситься до другорядних частин споруди, тому що воно прямо впливає на довговічність і якість покриття, тобто відбувається насичення водою

асфальтобетону під впливом автомобільного транспорту. Далі відбувається застій води під дорожнім одягом, затисненої, як в «мішку» гідроізоляцією, що призводить до руйнування покриття, яке в літній період буквально плаває і ламається, а в зимовий період, коли вода замерзає, збільшується в об'ємі (нерівномірно). Тому й виникло питання водовідведення з рівня гідроізоляції.

Досвід практичної роботи дає можливість прогнозувати затримку деградації дорожнього одягу і залізобетонних елементів мостових споруд завдяки своєчасному виконанню робіт по поточному ремонту окремих конструктивних елементів, з яких і складається спорудження. При цьому кожен з конструктивних елементів має свій нормативний термін служби. Вартість цих робіт при поточних ремонтах значно нижче вартості робіт згодом при капітальному ремонті всієї споруди. Тому обґрунтована стратегія поточного ремонту мостових споруд в довгостроковій перспективі протягом життєвого циклу може гарантувати більшу економію коштів. Особливою актуальності проблема збереження високого експлуатаційного рівня мостів набула в сучасних умовах, коли мости кинуті на самовиживання, так як їх утримання займаються дорожні організації, які виділяють на їх утримання фінансування в межах 4÷10% від загального обсягу коштів. Спеціалізовані організації по експлуатації мостових споруд відсутні, тому і довгострокової перспективи в умовах обмеженого фінансування очікувати не доводиться.

І все-таки на раціональну стратегію поточного ремонту мостових споруд впливає техніко-економічне завдання, вирішення якого ускладняється наступними причинами:

1. Не зовсім обґрунтована перспектива життєвого циклу;
2. Дуже приблизна і індивідуальна кількісна оцінка впливу дефектів одного параметра на загальні темпи деградації всіх елементів моста; складність спільного впливу параметрів дефектів на експлуатаційний стан мостів;

3. Відсутність чіткого процесу появи і розвитку дефектів після будівництва. Досвід експлуатації показав, що практично 40% всіх дефектів - це дефекти будівництва, часто вони приховані, або дефекти, які виправити неможливо.

4. Затримки у часі проведення поточних ремонтів після виявлення дефектів внаслідок обмеженого фінансування;

5. Вплив індивідуальних рішень конструктивних елементів;

6. Відсутність систематичних оглядів і обстежень навіть регламентованих нормами;

7. Підвищене уявлення про довговічність залізобетонних конструкцій мостових споруд, що експлуатуються на відкритому просторі.

Таким чином, в кожному конкретному випадку в процесі експлуатації необхідно виконувати пошук способу удосконалення техніко-економічного обґрунтування рівня утримання мостів на основі так званих рівнів втручання в дефекти що з'явилися в конструктивних елементах мосту, моделюючи процес утримання з умови «як є», виходячи при цьому «як має бути» і наступних параметрів: розмір дефекту, обсягів і рівнів поширення, перевищення яких в процесі розвитку дефектів вимагає обов'язкового і термінового виконання робіт по їх ліквідації. Рівень утримання мостів залежить від планового або фактичного рівня експлуатаційного стану споруди або ряду споруд на мережі автомобільних доріг, якими визначається плановим на підставі вимог ДБН [1] або фактичною кількістю робіт з поточними ремонтами, які заплановані на рік або виконані за рік для ліквідації дефектів.

Така система утримання придатна, якщо немає великих затримок втручання в утримання мостів, так як можна ще виконати поточні ремонти. При великих затримках мости вимагають вже капітального ремонту, так як розвиток одного дефекту тягне за собою цілий обсяг інших дефектів, причому їх розвиток проходить не по лінійному закону і дуже часто індивідуально.

Періоди між втручанням і обсягом робіт залежать від параметрів, які

визначені відповідними нормативними документами. Як правило, період збільшується в разі послаблення вимог до допустимих розмірів дефектів, що і спостерігається в даний час, і, тоді відбувається неконтрольований і більш швидкий розвиток дефектів. Вартість робіт по ліквідації дефектів містить постійну складову витрат, яка залежить тільки від обсягу дефектів і непостійну - від виду матеріалу і технології виконання робіт.

Послаблення вимог в короткостроковій перспективі дає можливість зменшити вартість поточного ремонту та утримання, але в довгостроковій перспективі різко збільшує вартість капітального ремонту і може привести до скорочення життєвого циклу споруди і збільшення його приведеної вартості.

Таким чином, існує завдання оптимізації рівнів втручання і рівнів утримання виходячи з технічних (надійність, комфортність і безпеку руху, збереження навколишнього середовища), архітектурних і соціальних цінностей, бюджетних обмежень і, особливо, професіоналізму утримання.

Нормативним документом [1] регламентується п'ять експлуатаційних станів мостової споруди, які зумовлюють поточний ремонт в другому і третьому станах і капітальний ремонт в четвертому стані. У четвертому і п'ятому стані може бути реконструкція. Однак на практиці, виходячи з фінансових і тимчасових ситуацій дуже часто, замість капітального ремонту виконують поточний ремонт. Поточні ремонти розглядаються як система з п'яти груп: дорожній одяг, елементи прогонових будов, опори та опорні частини, фундаменти і підмостове русло, підходи. Прогнозування поточних ремонтів складається з наступних етапів:

1. Збирання вихідних даних для оцінки і прогнозування технічного стану елементів моста. Цей етап відіграє ключову роль, так як ним займається нижча ланка в моделі управління подіями, тобто майстер по експлуатації і все залежить від його професіоналізму. Цей етап характеризується функціональної повнотою даних

$$D = P_a / P_o$$

де P_a – число параметрів небезпечних дефектів протягом деякого часу; P_o – загальне число параметрів за цей же період.

Функціональна повнота залежить від достовірності даних, які не підлягають сумніву

$$C = (X_o / X_n) \cdot 100\%$$

де X_o – достовірні, що не містять помилок характеристик; X_n – загальне число характеристик.

Кількісною величиною цього є коефіцієнт своєчасності, він і визначає необхідність поточного ремонту

$$K_t = (P_a - \Delta P_a) / P_a$$

де P_a – число параметрів, отриманих протягом деякого інтервалу часу; ΔP_a – параметри, отримані із затримкою по відношенню до нормативного терміну.

На підставі цього отримуємо параметр, що характеризує сумарну тимчасову затримку щодо вирішення проблеми

$$X = \sum_i \sum_j \Delta t_{ij}$$

де Δt_{ij} – час затримки отримання j -го значення i -го показника на інтервалі часу t . Цей параметр необхідно порівняти із залишковим ресурсом цього конструктивного елемента і споруди в цілому.

2. Визначення експлуатаційного стану моста;

3. Уточнення вантажопідйомності, так як в даний час практично всі мости працюють з перевантаженням;

4. Ранжирування окремих елементів споруди для призначення рівнів втручання;

5. Призначення поточних ремонтів окремих конструктивних елементів.

При призначенні поточних ремонтів необхідно орієнтуватися на те, що властивість моста виконувати свої функції визначається реальним умовам надійності, тому її адекватність оцінюється функцією відмов

$$T = (1 - e^{-\lambda t}),$$

де λ – інтенсивність відмов; t – інтервал часу.

Класифікаційні таблиці експлуатаційних станів дають уявлення про види дефекту і відсотка ураження, але не дають даних про обсяги уточнень елемента дефектом і можливих обсягів розвитку його згодом, тому дуже складно оцінити обсяги

робіт при його ліквідації, тим більше дефект може бути за зовнішніми ознаками і по внутрішнім змістом, тобто прихована частина дефекту.

На нашу думку першою вихідною схемою обґрунтування рівнів утримання може бути модель експлуатації споруди, викладена в роботах авторів [10-13].

Модель ефективності рівнів утримання мостових споруд базується на нормованій шкалі результатів поточного ремонту при утриманні мостів. Вартість рівнів утримання знижується від вищого до нижнього рівня. При цьому збільшується вартість життєвого циклу мостів і ризику при експлуатації, все це відбувається дуже часто від превентивних заходів при поточному ремонту до складу капітального ремонту. Тому, щоб призначати економічно оптимального в умовах суттєвих фінансових обмежень рівня утримання мостів і обґрунтування варіанту поточному ремонту в процесі оцінки експлуатаційного стану необхідно внести уточнення видів і параметрів дефектів, на підставі яких стан елемента зараховується до того чи іншого експлуатаційного стану. В першу чергу це відноситься до елементів дорожнього одягу, ремонт якої в даний час віднесено до четвертої групи експлуатаційних станів. На практиці ремонт дорожнього одягу відносять до поточного ремонту, тобто це фактично другий або третій експлуатаційний стан по нормативним вимогам.

Для створення конструктивної основи визначення рівнів втручання і відповідних обсягів робіт, а потім їх вартості і потреби в трудових і матеріально-технічних ресурсів дефекти елементів мостової споруди пропонується охарактеризувати двома параметрами [16]:

1. Рівнем серйозності ураження;
2. Рівнем поширення, тобто, як сильно цей дефект прогресує за певний час.

Ці два параметри диктують певні інтервали поширення інших дефектів в несучих конструкціях і характеризують інтенсивність впливу автомобільного навантаження і агресивного середовища (води) і визначають періодичність поточних ремонтів елементів мостової споруди.

Так як розглядається утримання, то мости можна віднести до класу відновлюваних систем, таким чином можна визначити коефіцієнт K_a , який характеризує адаптивну надійність [16]

$$K_a = T_o / (T_o - T_e)$$

де $T_o - T_e$ – середній час між відмовами і часом відновлення системи.

Внаслідок того, що мостові споруди відносяться до розряду відновлюваних систем, вони підкоряються певним математичним моделям, які можна використовувати при оптимізації проведення поточних і капітальних ремонтів. Для цієї мети необхідно мати дані про рівень ураження і рівень поширення дефектів окремих елементів в мостах, накопичених в базі даних АЕСУМ, що дозволить застосовувати моделі і відповідні алгоритми прогнозування обсягів дефектів і оптимізувати порядок їх усунення. Оптимізацію послідовності і обсягів робіт поточного ремонту та утримання елементів мостів і мостів взагалі доцільно проводити на основі моделювання процесів експлуатації в ситуації «як є» користуючись експертною оцінкою і затримкою в часі.

Висновки. Проведений аналіз утримання і експлуатації мостових споруд дозволив виконати обґрунтування рівнів утримання залізобетонних мостових споруд на підставі проведення поточних ремонтів. При цьому:

1. Оцінка експлуатаційного стану вимагає уточнення особливо по дорожньому одязі на основі рівнів поширення дефектів і складності виконання робіт.

2. Рівень утримання мостових споруд можна обґрунтувати за допомогою оптимізації рівнів втручання створенням моделей прогнозу розвитку дефектів на основі математичного апарату і моделювання процесом експлуатації мостових споруд. Реалізація запропонованого підходу може мати практичну можливість раціонального розподілу обмеженого бюджетного фінансування при проведенні поточних ремонтів і зміни ідеології утримання мостових споруд.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДБН В.2.3-11-2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства, 2006. 359с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012-К: Споруди транспорту. Настанови з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Мінрегіонбуд України, 2013. 45 с.
3. Лантух-Лященко А.І. Технічний стан мостів і транспортних споруд України. Аналітична довідка Міжвідомчої комісії з питань науково-технічної безпеки. Київ, 2004. 120 с.
4. Коваль П.М. Характеристика технічного стану існуючих мостів України. *Дороги і мости*. Збірник наукових праць ДерждорНДІ, випуск 1. Київ, 2003. с.15-22.
5. Більченко А.В., Кіслов О.Г. Вплив деяких дефектів мостових споруд на їх експлуатаційну довговічність. *Тези доповідей на міжнародній конференції «Мости і тунелі»: теорія, дослідження, практика*. Дніпропетровськ, 2007.
6. Васильев А.И. Потребительские свойства мостов. *Труды ЦНИИС*, выпуск № 2008. Проблемы нормирования и исследования потребительских свойств мостов. М., 2002.
7. Шестериков В.И. Оценка и прогнозирование состояния мостов на автомобильных дорогах в системе управления их эксплуатацией: Дис. на соиск. ... д-ра техн. наук. 05.23.11. М.: МАДИ. 2004. 331 с.
8. Ложачевська О.М. Управління функціонуванням та розвитком транспортного комплексу регіону. Київ.: НАУ. 2002. 246 с.
9. Бильченко А.В., Кислов А.Г., Безбабичева О.И., Бадаева О.А. Концепция сохранения и развития мостовых сооружений в г. Харькове до 2012 года с прогнозом до 2014 года. Харьков: ХНАДУ, 2009. 39 с.
10. Бильченко А.В., Кислов А.Г., Танцур Д.А. Основные требования к некоторым позициям концепции улучшения состояния мостовых сооружений. *Вестник ХНАДУ*, Харьков: ХНАДУ, 2017. Вып. 76. С. 80-83.
11. Бильченко А.В., Кислов А.Г., Лозицкий А.С. Информационно-техническая схема при моделировании процессов эксплуатации мостовых сооружений. *Науковий вісник будівництва*, Харків: ХНУБА, 2015. вип. 1(79). С. 244-248.
12. Бильченко А.В., Кислов А.Г. Мультиперспективные модели процесса эксплуатации мостовых сооружений. *Мости та тунелі: Теорія, дослідження, практика*: зб. наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2014. вип.6. С. 14-17.
13. Бильченко А.В., Кислов А.Г. Содержание и структура моделирования процесса

эксплуатации мостовых сооружений. *Вестник ХНАДУ*, Харьков, 2015. Вып. 68. С.108- 112.

14. Лантух-Лященко А.І., Канін А.П., Бондар Л.П., Коваль П.М., Фаль А.Є. Аналітична експертна система управління мостами. Досвід впровадження. *Дорожна галузь України №5*. Київ, 2011.
15. Лантух-Лященко А.І. Проблеми створення національної системи експлуатації мостів. *Зб. доповідей «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення»*. К.: 1998. С.138-145.
16. Боднар Л.П. Обґрунтування рівнів утримання залізобетонних мостів в управлінні програмами їх експлуатації. К.: Державний дорожній науково-дослідний інститут ім Шульгіна. 2010.

Бильченко А.В., Кислов А.Г., Игнатенко А.В. ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Выполнен анализ существующей системы содержания и эксплуатации мостовых сооружений, которая предполагает проведение определенного периодического контроля изменения их физического состояния без значительного вмешательства в процесс функционирования. Показано, что на определенном этапе эксплуатационного цикла сооружения возникает вопрос о необходимости проведения ремонтов тех конструктивных элементов, срок службы которых значительно меньше срока службы всего сооружения в целом. Однако анализ показал, что в процессе проведения ремонтов возникают трудности в первую очередь финансового характера, а во вторую в организации самого ремонта – либо закрыть движение, либо снизить пропускную способность, либо организовать перепробег автотранспорта и др. Как правило дорожные организации, занятые эксплуатацией дорог, имеют ограниченную номенклатуру услуг, требующих решения стандартных управленческих задач, в связи с недостаточной их профессиональной подготовкой. Таким образом, эксплуатацией мостов занимаются только в критической ситуации и под разными предложениями ремонт мостов затягивается до четвертого эксплуатационного состояния, когда необходимо выполнять капитальный ремонт. Рассмотрен вопрос организации процесса содержания и эксплуатации мостов с приоритетом поточных ремонтов, который позволяет, своевременно, фиксируя опасную стадию развития повреждений, не допускать дальнейшего ухудшения эксплуатационного состояния

объекта, то есть произвести оценку вариантов состояния системы высокой сложности и определить комплекс показателей эффективности нескольких поточных или одного капитального ремонта или реконструкции. Также следует определить наиболее важные параметры оценки состояния конструктивных элементов, а также поставить задачу оптимизации режимов эксплуатации сооружения. Для проведения поточных ремонтов необходимо уточнить эксплуатационное состояние, в особенности по дорожной одежде. Эффективность подхода при проведении поточных ремонтов определяется соотношением эффектов, полученных в результате ее внедрения и издержек на получение этого результата. Поэтому приведено обоснование необходимости проведения поточных ремонтов отдельных конструктивных элементов, в частности дорожной одежды во втором или третьем эксплуатационном состоянии, что увеличит долговечность сооружения в целом и продлит его жизненный цикл.

Ключевые слова: мостовые сооружения, железобетонные конструкции, содержание, эксплуатация, поточные ремонты

Bilchenko A.V., Kislov A.G., Ignatenko A.V. PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF CONTENTS LEVELS REINFORCED CONCRETE BRIDGE STRUCTURES. An analysis is made of the existing system of maintenance and operation of bridge structures, which involves a certain periodic monitoring of changes in their physical condition without significant interference in the functioning process. It is shown that at a certain stage of the construction life cycle, the question arises of the need for repairs of those structural elements whose service life is much less than the service life of the entire structure. However, the analysis showed that in the

process of carrying out repairs, difficulties arise primarily of a financial nature, and secondly, in organizing the repair itself - either close traffic, or reduce throughput, or organize a mileage of vehicles, etc. As a rule, road organizations engaged in road maintenance, have a limited range of services requiring standard management tasks, due to their inadequate training. Thus, bridges are only operated in a critical situation and, under various pretexts, bridge repair is delayed to the fourth operational state, when major repairs are required. The issue of organizing the process of maintaining and operating bridges with the priority of in-line repairs is considered, which allows, in a timely manner, fixing the dangerous stage of damage development, to prevent further deterioration of the operational state of the facility, that is, to evaluate options for the state of the high complexity system and determine a set of performance indicators for several in-line or single capital repairs or reconstruction. It is also necessary to determine the most important parameters for assessing the state of structural elements, as well as to set the task of optimizing the operation modes of the structure. To carry out in-line repairs, it is necessary to clarify the operational condition, especially for pavement. The effectiveness of the approach during in-line repairs is determined by the ratio of the effects obtained as a result of its implementation and the costs of obtaining this result.

Therefore, the rationale for the on-line repairs of individual structural elements, in particular pavement in the second or third operational conditions, is given, which will increase the durability of the structure as a whole and extend its life cycle.

Keywords: bridge structures, reinforced concrete structures, maintenance, operation, in-line repairs.