

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

УДК 624.21.09, 624.271

DOI 10.31649/2311-1429-2022-1-5-13

В. О. Попов
О. В. ВойцехівськийМЕТОД ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТОВИХ
ОПОР УЛАШТУВАННЯМ БІТРАПЕЦЕДАЛЬНОЇ ОБОЙМИ

Вінницький національний технічний університет

У статті набув подальшого розвитку метод підсилення залізобетонних мостових опор улаштуванням залізобетонних обойм на прикладі аварійної мостової споруди розташованої на дорозі державного значення М-12 у м. Гайсин Вінницької області. Доведено, що для довготривалої експлуатації мостових опор, окрім улаштування підсилення, необхідна герметизація деформаційних швів прогонових будов, розташованих безпосередньо над опорами. Описано основні складові частини проміжних опор мостів, зведених в Україні протягом другої половини ХХ сторіччя. Розглянуто типові дефекти, що виникають на двохконсольних опорах мостових споруд протягом тривалої експлуатації. Оцінено ступінь небезпеки кожного з дефектів. Доведено системний характер дефектів і пошкоджень збірних залізобетонних ригелів. Розглянуті ймовірні причини виникнення дефектів опор, а саме: руйнування деформаційних швів пролітних будов і, як наслідок, регулярне довготривале непроєктне замочування опор; порушення цілісності захисного шару робочого армування консольних ділянок ригелів внаслідок їх перевантаження; вимивання розчину зі швів обмонолічення півригелів через його низьку марку; корозія арматури; втрата морозостійкості, зростання динамічних впливів. Розглянуто конструкцію та типові дефекти стандартних збірних бетонних підферменників, що улаштовуються на мостових опорах для безпосереднього сприйняття навантажень від прогонових будов. Розглянуто стандартні способи підсилення мостових опор та підферменників, їх переваги та недоліки. У статті наголошено на важливості і необхідності відновлення герметичності деформаційних швів шляхом застосування сучасних конструкцій типу Mauger у сукупності з улаштуванням монолітних прогонових чи накладних плит підсилення пролітних будов. Запропонована оригінальна форма обойм для мостових двохконсольних опор у вигляді пари трапецій, що суттєво покращує їх архітектурну виразність та оптимізує конструктивну схему опор. Запропоновано використовувати самоущільнюючі бетони для економії матеріальних витрат і часу при зведенні тимчасових спеціальних та допоміжних засобів (опалубки) для обмонолічення обойми. Запропоновано ефективна методика та раціональна технологічна послідовність виконання робіт з підсилення.

Узагальнено практичний досвід з виконання будівельно-монтажних робіт по обмоноліченню опор самоущільнюючими бетонними сумішами, виготовленими за технологією фірми Sika за запропонованою авторами статті методикою. Узагальнено досвід експлуатації мостової споруди після герметизації деформаційних швів та капітального ремонту опор.

Ключові слова: міст, пролітна будова, деформаційний шов, двохконсольна мостова опора, ригель, напружено-деформований стан, самоущільнюючий бетон, суперпластифікатори, залізобетонна обойма.

Вступ

Ця робота є логічним продовженням попередніх досліджень, присвячених раціональному способу реконструкції мостових споруд, розглянутих у [1].

Відомо, що в Україні, в рамках програми Президента «Велике будівництво», ведеться активна робота з модернізації морально застарілої автодорожньої системи, яка не відповідає вимогам сучасних норм з вантажопідйомності та пропускної здатності. Найбільш конструктивно складним та відповідальним структурним елементом автодороги є мостова споруда. Результати досліджень показують, що саме автомобільні мости часто є найбільш зношеними конструкціями та потребують невідкладних ремонтних заходів [1, 2].

На цей час в Україні переважну більшість загального фонду автодорожніх мостів на дорогах національного значення складають балочні пролітні споруди, що спираються на мостові опори через ригельні системи [2]. Яскравим прикладом мостової споруди, зведеної за Радянських часів, у мостових опорах якої накопичилася критична кількість дефектів та виникла потреба у негайній реконструкції, є міст через річку Сіб у місті Гайсин на дорозі державного значення М-12 (рис. 1).

Мостові опори, сприймають та передають на фундаменти, насамперед, статичні і динамічні навантаження від прогонових будов та знаходяться у достатньо важких експлуатаційних умовах.

Стандартна мостова опора, яка широко застосовувалася і застосовується дотепер, згідно з [3], являє собою масивну залізобетонну стійку (чи систему з декількох стійок), що спирається на фундаменти. На стійку від пролітної будови через різновисокі підферменники передає навантаження ригель у вигляді двохконсольної балки. Отже, типова опора являє собою двохконсольну систему, яка складається з трьох компонент – стійки, ригеля та підферменників

(див. рис. 1).

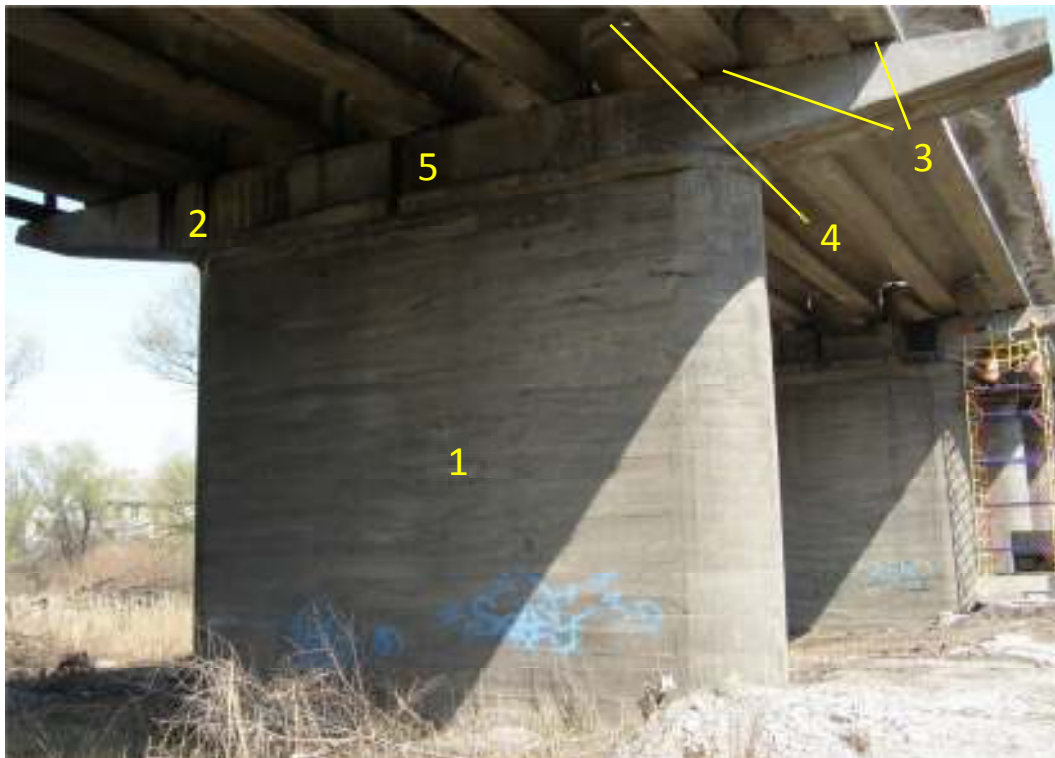


Рисунок 1 – Загальний вигляд мосту на автодорозі державного значення М-12 у м. Гайсин до капітального ремонту. Конструкція типової проміжної двохконсольної опори мосту. Тут: 1 – опорна стійка мостової опори, 2 – ригель, 3 – підферменники з еластомерними опорами, 4 – деформаційний шов прогонової будови, 5 – ділянка обмонолічення півригелів.

Типові рішення прогонових будов, які масово застосовувалися за Радянських часів та використовуються дотепер у практиці мостобудування, пов'язані зі статично визначеними схемами роботи. Відповідно до вимог будівельної механіки, збірні та збірно-монолітні багатопролітні балочні прогонові будови мають розрізну природу, тобто, розділені деформаційними швами. Часто такі шви улаштовують саме над мостовими опорами. Досвід обстеження мостових споруд довів, що стандартні деформаційні шви у вигляді U-подібної гнutoї сталеві пластини, заповненої еластичним матеріалом, без належного догляду вже через 3 – 5 років експлуатації втрачають герметичність чи повністю руйнуються [2, 4, 5]. Це, загалом, призводить до цілої низки супутніх проблем, головні з яких – збільшення динамічного навантаження в зоні швів, замочування поверхонь ригелів та підферменників мостових опор. Підферменники раніше виготовлялися у вигляді окремих збірних плит з неармованого бетону та монтувалися на низько марочному розчині поверх ригелів. Внаслідок монтажних похибок на багатьох мостах на сьогодні спостерігається значне зміщення підферменників від проектного положення. Серійні довгомірні ригелі прийнято було виконувати з двох відправних марок, (півригелів) виготовлених у заводських умовах. Стик між півригелями, після монтажу на опори, та зварювання впритик робочого армування, обмонолічувався. Досвід обстеження цього вузла засвідчив, що якість і марка розчину обмонолічення значно поступалася заводського бетону. Часто саме ці вузли піддаються впливу вологи зі зруйнованих деформаційних швів, що додатково погіршує їх технічний стан. У сукупності згадані вище негативні явища та монтажні дефекти можуть призвести до руйнування захисного шару консольних ділянок ригелів з оголенням і корозією арматури (рис. 2, рис. 3), руйнування (розколювання) неармованих бетонних підферменників (рис. 4), зміщення, втрати еластичності та руйнування еластомерних опор, руйнування бетону обмонолічення півригелів.



Рисунок 2 – Характерне руйнування (відшарування) захисного шару верхньої (робочої) частини ригеля на консольних звисах мостової опори внаслідок тривалого замочування та збільшення динамічного навантаження на мостову опору через.



Рисунок 3 – Стан армування ригелів мостових опор після оббивання слабого бетону. Масова шарувата корозія верхньої (робочої) арматури внаслідок дефектів захисного шару та тривалого замочування.



Рисунок 4 – Типовий стан опорних бетонних підферменників під прогоновими балками. Руйнування (розколювання підферменника навпіл).

Узагальнюючи багаторічний досвід обстеження автомобільних мостів, взагалі, та двохконсольних мостових опор, зокрема, можна зробити висновок, що найбільша кількість дефектів опор зосереджена, саме у їх верхній (ригельній) частині, причому, у найбільш небезпечних з точки зору міцності і надійності місцях. Проблеми, що виникають, та, часто, призводять до аварійних ситуацій, пов'язані, головним чином, з двома факторами: зростанням навантажень від транспортного потоку та конструктивною недосконалістю деформаційних швів прогонових будов у сукупності з неякісним експлуатаційним утриманням мостової споруди вцілому. Таким чином, при виконанні проектних робіт з капітального ремонту чи реконструкції мостових споруд, особливо у випадках, коли необхідно збільшити їх вантажопідйомність, слід передбачити комплексні заходи з підсилення дефектних ділянок ригелів мостових опор, заміні бетонних підферменників на залізобетонні висотою не менше 150 мм, заміні зношених еластомерних опор, ремонті монтажного стику півригелів та улаштуванні конструкцій сучасних деформаційних швів над ригелями.

Постановка проблеми

На цей час завдання підсилення непридатних до нормальної експлуатації залізобетонних опор балочних мостових споруд вирішується способом, прописаним у нормативній документації [6], що реалізується шляхом розбирання пролітної будови та заміни дефектної ригельної системи опор, разом з дефектними підферменниками і еластомерними опорами. Однак мостові споруди, підсилені таким способом, володіють суттєвими недоліками, а саме, необхідністю утилізації дефектних ригелів та поганими естетичними властивостями мосту після реконструкції. Поряд з цим радикальним способом підсилення вченими-науковцями часто пропонується ремонт опор без розбирання пролітних будов. Однак, у цьому випадку, через обмеженість підмостового простору, не можливо забезпечити надійність конструкцій, що безпосередньо сприймають навантаження від прогонових балок, тобто, опорних підферменників. Як показує досвід, підсилювати ригельні системи без демонтажу пролітної будови можна у випадку, якщо дефекти ригелів незначні, а мостова споруда буде сприймати навантаження співставні з впливами, на які вони були розраховані. Дотепер універсального ефективного рішення підсилення мостових опор не існує. У кожного з методів підсилення є як переваги, так і недоліки. Тому доцільним і актуальним є пошук раціонального конструктивного рішення підсилення опор мостів. З огляду на це постає задача дослідження: запропонувати ефективну конструкцію та методику підсилення аварійних опор та ліквідувати основні причини руйнування опор для забезпечення подальшої тривалої експлуатації споруди на прикладі реального мосту, розташованого на дорозі М-12 у м. Гайсин Вінницької області.

Підсилення мостових опор

Консольні ділянки ригелів раціонально підсилювати улаштуванням залізобетонних обойм. Обойми стандартної (прямокутного чи трикутного абрису), що рекомендуються у [6], хоч і економічні, однак володіють не виразною архітектурною формою. Тому пропонується улаштування обойм у вигляді двох різновисоких трапецій, які значно покращують архітектурну виразність мостової споруди, водночас, суттєво посилюючи непридатні до експлуатації ділянки.

Бітрапецеїдальна форма капітелей колон добре зарекомендувала себе у промисловому та цивільному будівництві. Досвід моделювання напружено-деформованого стану таких конструкцій свідчить, що після підсилення ригельна система може сприймати значно більше (до двох разів) навантаження у порівнянні зі звичайними ригелями. Надійність та ефективність такої системи підсилення підтверджується виконаним ґрунтовним аналізом скінчено-елементних моделей напружено-деформованого стану та міцнісними розрахунками.

Для надійного зчеплення конструкцій підсилення бетонуванням обойми слід вести за один прийом. Тому, після улаштування проектного армування та опалубки обойми (рис. 5) виникають суттєві технологічні проблеми з оббетонування отриманих конструкцій.



Рисунок 5 – Робоче армування обойми. Встановлення опалубки.

По-перше, внаслідок значної висоти обойми створюється надзвичайно високий гідростатичний тиск, який стрибкоподібно збільшується в момент вібрування бетонної суміші глибинними вібраторами; для компенсації цих гідралічних стрибків тиску (гідродарів) потрібно встановлювати щільне поле стягуючих опалубку шпильок. По-друге, через невелику відстань від опори до армування і опалубки, особливо в нижній частині обойми, під ригелем, звичайний бетон не завжди добре заповнює порожнини, що може призвести до появи недосконалостей – великих внутрішніх, раковин, порушень цілісності захисного шару, тобто, до прихованих внутрішніх макро дефектів та до необхідності виконання додаткових ремонтних робіт вже на самій обоймі, що, в кінцевому випадку, призведе до суттєвого зниження міцності посиленої конструкції, збільшення термінів виконання будівельно-монтажних робіт та їх вартості. Крім того, існує реальна небезпека, що бетон обмонолічення взагалі не зчепиться зі старим бетоном нижньої поверхні ригеля через ефект «консервування» повітря.

Для забезпечення вимог чинних норм з бездефектного бетонування залізобетонних конструкцій рекомендується використати для обойм самоущільнюючі бетонні суміші на основі сучасних рецептур, запропонованих фірмою Sika ці суміші володіють низькою в'язкістю, малим водоцементним відношенням і, водночас, великою рухливістю, не потребують вібрування, повністю заповнюють весь об'єм опалубки, володіють високою адгезією до старого бетону і

арматури.

Технологічна послідовність робіт з виконання робіт з улаштування обойм включає:

- оббивання слабкого бетону ригелів та ділянок обмонолічення, дефектного захисного шару, утворення опорних шпонок глибиною 100 ... 150 мм на поверхнях бетону, які безпосередньо примикають до обойми посилення;
- очищення існуючого армування від продуктів корозії;
- встановлення хімічних анкерів у тіло шпонок та ригелів;
- улаштування нового армування обойми посилення з приєднанням до анкерів;
- захист усього масиву арматури від корозії ефективними високоадгезійними полімерцементними матеріалами;
- улаштування опалубки на металевій інвентарній основі великої несучої здатності у вигляді трубчастих стійок, розпірок та опорних балок;
- бетонування обойми самоущільнюючими бетонними сумішами без використання глибинних вібраторів, що зменшить гідростатичні тиски;
- розбирання опалубки, улаштування монолітних підферменників висотою не менше 150 мм;
- встановлення нових еластомерних опор під проектні впливи;
- фінішна обробка бетонних поверхонь опор ізоляційними та оздоблювальними матеріалами.

Загальний вигляд мостової опори після підсилення бітрапецеїдальною обоймою за пропонованою технологією показано на рис. 6.



Рисунок 6 – Загальний вигляд мостової опори після підсилення бітрапецеїдальною обоймою.

Герметизація деформаційних зазорів прогонової будови

Як вже згадувалося, до проблем з верхньою частиною мостових опор, окрім суттєвого зростання навантажень від транспортного потоку, призводить втрата герметичності деформаційних швів пролітних будов. Тому, при виконанні робіт з комплексної реконструкції мостових споруд, відновленню функцій водотримування деформаційних швів слід приділити особливу увагу. У роботах відомих вчених-мостовиків П. М. Коваля, О. В. Єфанова, О. К. Іванова, Р. І. Полюги, дивись [4] та [5], розглянуто конструкції деформаційних швів, що використовувалися в минулому (відкриті шви з металевим облямуванням чи без нього) та сучасні конструктивні рішення (відкриті шви із гумовим заповненням, перекриті шви). Вченими детально описано переваги та недоліки кожного з типів швів, область їх використання. На основі ґрунтового аналізу сучасних вітчизняних та закордонних наукових робіт зроблено висновок, що для монолітних залізобетонних плит розрізних балочних мостів з прольотами 12 – 33 м найбільш прийнятним за техніко-

економічними показниками є стрічкові шви з гумовими компенсаторами типу ДШ-50 ... ДШ-100, які на сьогодні в Україні пропонуються фірмою Mauger (маркування виробника D50 ... D100 відповідно). Ці шви вже встигли непогано зарекомендувати себе протягом десятирічної експлуатації в нашій державі.

Для встановлення таких деформаційних швів при реконструкції на прогонових плитах слід передбачити спеціальні шпонки з арматурними випусками, які об'єднуються з металевими закладними деталями шва та армуванням розподільчої накладної плити у одне ціле (рис. 7).



Рисунок 7 – Монтаж металоконструкцій деформаційного шва Mauger D-50 на мостовій споруді у місті Гайсин Вінницької області, що надійно герметизує стик над опорою.

Комплексне підсилення мостових опор, разом з відновленням водонепроникності прогонових будов, дає стійкий позитивний ефект. Приклад реальної мостової споруди, опори, разом з деформаційними швами якої посилені за наведеною методикою, показаний на рис. 8. Практичний досвід експлуатації мостової споруди з урахуванням встановлених деформаційних швів, підсилень пролітної будови та опорних конструкцій, підтвердив раціональність запропонованих авторами наукової роботи інженерних рішень.

Висновки

Набув подальшого розвитку метод реконструкції мостових споруд, взагалі, та їх мостових опор, зокрема. Доведено, що при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт, особливо у випадках, коли необхідно збільшити вантажопідйомність мостів, слід передбачити комплексні заходи з підсилення дефектних ділянок ригелів опор, улаштувати залізобетонні підферменники висотою не менше 150 мм, замінювати зношені еластомерні опори, розраховані на нові проектні навантаження та влаштовувати герметичні конструкції сучасних деформаційних швів над ригелями для зменшення агресивного впливу води на опори.

Запропоновано ефективну технологію посилення мостових опор шляхом улаштування залізобетонної обойми навколо дефектних ригелів. Доведено, що найбільш раціональною формою обойми є бітрапецеїдальна. При виконанні будівельних робіт з улаштування обойми рекомендовано використовувати самоущільнюючі бетонні суміші. На прикладі об'єкту, розташованого на дорозі державного значення М-12 у м. Турбів Вінницької області було запропоноване інженерне рішення, що реалізує запропонований метод.

Надійність та ефективність такої системи підсилення підтверджується виконаним ґрунтовним аналізом скінчено-елементних моделей напружено-деформованого стану та міцнісними розрахунками.



Рисунок 8 – Загальний вигляд мосту на автодорозі державного значення М-12 у м. Гайсин після комплексної реконструкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Popov VOLODYMYR, Voitshivskiy OLEXANDR The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Concrete structures for resilient society. Proceeding of the FIB Symposium 2020, 22-24 November, China, Shanghai. Chapter 12. P. 1258 – 1264.
2. Дементьев, В.А. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах: Учеб. пособие / В.А. Дементьев, В.П. Волокитин, Н.А. Анисимова; под общ. ред. проф. В.А. Дементьева; ВГАСУ. Воронеж, 2006. – 116 с.
3. Типовой проект №3-503.2 Опоры из сборного железобетона и бетона под унифицированные пролетные строения длиной до 33 м для мостов и путепроводов на железных дорогах и длиной до 42 м для мостов и путепроводов на автомобильных дорогах. Раздел 1. Промежуточные массивно-столбчатые опоры при толщине льда 1 м. Государственный производственный комитет по транспортному строительству СССР, ГПИ «Союздорпроект». М., 1964 – 118 с.
4. Коваль П.М., Полюга Р.І., Фаль А.Є., Бойко С.І. Забезпечення експлуатаційної надійності деформаційних швів автодорожніх мостів. Дороги і мости. Київ, 2009. Вип. 11. С. 164-173.
5. Ефанов А.В., Иванов О.К., Овчинников И.Г. Проблемы применимости и эксплуатационной надежности деформационных швов мостовых сооружений // Транспортное строительство, 2007. – №4. – С. 15-20.
6. ДБН В.2.3-14:2006 Мости та труби. Правила проектування. [На заміну СНиП 2.05.03-84]/ [чинний від 2006-05-06]. К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 217 с. – (Національні стандарти України).
7. ДБН В.1.2-15:2009 Мости та труби. Навантаження та впливи. [На заміну ДБН В.2.3-14:2006]. [Чинний від 2009-11-11] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. (Національні стандарти України).
8. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування. [На заміну ДБН В.2.3-14:2006]. [Чинний від 2009-11-11] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. (Національні стандарти України).

REFERENCES

1. Popov VOLODYMYR, Voitshivskiy OLEXANDR The effective method of strengthening of reinforced concrete beam bridges by arrangement of the horizontal steel-concrete cover system. Concrete structures for resilient society. Proceeding of the FIB Symposium 2020, 22-24 November, China, Shanghai. Chapter 12. P. 1258 – 1264.
2. Dement'yev, V.A. Usileniye i rekonstruktsiya mostov na avtomobil'nykh dorogakh: Ucheb. posobiye / V.A. Dement'yev, V.P. Volokitin, N.A. Anisimova; pod obshch. red. prof. V.A. Dement'yeva; VGASU. Voronezh, 2006. – 116 s.
3. Tipovoy proyekt №3-503.2 Opory iz sbornogo zhelezobetona i betona pod unifitsirovannyye proletnyye stroeniya dlinnoy do 33 m dlya mstov i puteprovodov na zheleznykh dorogakh i dlinnoy do 42 m dlya mstov i puteprovodov na avtomobil'nykh dorogakh. Razdel 1. Promezhutochnyye massivno-stolbchatyye opory pri tolshchine l'da 1 m. Gosudarstvennyy proizvodstvennyy komitet po transportnomu stroitel'stvu SSSR, GPI «Soyuzdorproyekt». M., 1964 – 118 s.
4. Koval' P.M., Polyuga R.І., Fal' A.Є., Boyko S.І. Zabezpechennya yekspluatatsiynoi nadiynosti deformatsiynikh shviv avtodorozhnikh mostiv. Dorogi i mosti. Kiiv, 2009. Vip. 11. S. 164-173.
5. Yefanov A.V., Ivanov O.K., Ovchinnikov I.G. Problemy primenimosti i ekspluatatsionnoy nadezhnosti deformatsionnykh shvov mostovykh sooruzheniy //Transportnoye stroitel'stvo, 2007. – №4. – S. 15-20.
6. DBN V.2.3-14:2006 Mosti ta trubi. Pravila proyektuvannya. [Na zamynu SNiP 2.05.03-84]/ [chinniy vid 2006-05-06]. K.:

- Ministerstvo budivnitstva, arkhitekturi ta zhitlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukraїni, 2006. – 217 s. – (Natsional'ni standarti Ukraїni).
7. DBN V.1.2-15:2009 Mosti ta trubi. Navantazhennya ta vplivi. [Na zamїnu DBN V.2.3-14:2006]. [Chinniy vїd 2009-11-11] – K.: Minregionbud Ukraїni, 2009. (Natsional'ni standarti Ukraїni).
 8. DBN V.2.3-22:2009 Mosti ta trubi. Osnovni vimogi proyektuvannya. [Na zamїnu DBN V.2.3-14:2006]. [Chinniy vїd 2009-11-11] – K.: Minregionbud Ukraїni, 2009. (Natsional'ni standarti Ukraїni).

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Войцехівський Олександр Владиславович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії; завідувач науково-дослідної лабораторії ефективних будівельних конструкцій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: voichvinn@gmail.com

**V. Popov
O. Voichivsky**

METHOD OF REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE SUPPORTS BY ARRANGEMENT OF BITRAPEZOIDAL CASINGS

Vinnitsia National Technical University

The paper contains developed the method of reinforcement of reinforced concrete bridge supports by arrangement of reinforced concrete casing on the example of an emergency bridge structure located on the state road M-12 in the Gajsin town, Vinnitsa region. Have been proven that for the further long-term operation of bridge supports, in addition to the reinforcement device, it is also necessary to seal the expansion joints of the span structure located directly above the supports. Have been described the main components of intermediate bridge supports erected in Ukraine during the second half of the 20th century. Have been considered typical defects, which were occurred on the two-cantilever supports of bridge structures during long-term operation. Have been estimated the degree of danger of each of the defects. Have been proved the systemic nature of defects and damages of prefabricated reinforced concrete crossbars.

Have been considered the probable causes of defects at the bridge supports are considered, namely, destruction of bridges expansion joints. As a result, regular, long-term non-project soaking of supports; violation of the solidity of the concrete protective layer of the working reinforcement of the cantilever parts of the crossbars due its overload; destruction of the mixture from the seams of monolithic semi-crossbars due to its low strength; reinforcement corrosion; loss of frost resistance of concrete; increase in dynamic influences. Have been considered the design and typical defects of standard prefabricated concrete trusses, which are installed on bridge supports for direct perception of loads from the span structure. Have been considered the standard methods of strengthening bridge supports and trusses, their advantages and disadvantages. The paper focuses on the importance and necessity of restoring the tightness of expansion joints by using modern Maurer type constructions in conjunction with the installation of waterproof monolithic or overhead plates of reinforced span structures. Have been proposed an original form of clips for double-console bridge supports in the form of double-trapezoids which significantly improve their architectural expressiveness and optimize the structural scheme of supports. Have been proposed to use self-compacting concrete to save material costs and time during the construction of temporary special and auxiliary devices (formwork) for monolithic casing. Have been proposed an effective methodology and a rational technological sequence for performing work on strengthening.

Have been summarized the practical experience of performing construction and installation works on monolithic supports with self-compacting concrete mixes according to the method proposed by the authors of the article which were made according to the technology of Sika. Have been summarized the experience of bridge operation after sealing expansion joints and overhaul of bridge supports.

Key words: bridge, superstructure, expansion joint, double cantilever bridge support, crossbar, stress-strain state, self-compacting concrete, superplasticizers, reinforced concrete casing.

Popov Vladimir O. — Ph.D. Docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnitsia national technical university, Vinnitsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com

Voichivsky Oleksandr V. — Ph.D. docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Head of research laboratory of effective building structures, Vinnitsia national technical university, Vinnitsia city, email: voichvinn@gmail.com