

# МЕТОД ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТОВИХ ОПОР УЛАШТУВАННЯМ ОБОЙМИ З ВИКОРИСТАННЯМ САМОУЩІЛЬНЮЮЧИХ БЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*У роботі розглянуто метод підсилення залізобетонних мостових опор улаштуванням залізобетонних обойм на прикладі аварійної мостової споруди у місті 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 опор типових мостів, найбільш поширених в Україні. Розглянуто типові дефекти, що виникають на консолях опор протягом тривалої експлуатації. Оцінено ступінь небезпеки кожного з дефектів. Доведено системний характер дефектів і пошкоджень збірних залізобетонних ригелів. Розглянуті ймовірні причини виникнення дефектів опор. Розглянуто стандартні способи підсилення мостових опор, їх переваги та недоліки. Описано спосіб відновлення герметичності деформаційних швів шляхом застосування сучасних конструкцій типу Maurer. Запропонована оригінальна форма обойм для мостових двухконсольних 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 опалубки для обмонічення обойми. Запропоновано ефективну методика та раціональна технологічна послідовність виконання робіт з підсилення. Узагальнено практичний досвід з виконання будівельно-монтажних робіт з підсилення за запропонованою автором методикою. Узагальнено досвід експлуатації мостової споруди після герметизації деформаційних швів та капітального ремонту опор.*

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

## Abstract

*The scientific work contains the method of reinforcement of reinforced concrete bridge supports by arrangement of reinforced concrete casing on the example of an emergency bridge structure located 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 the most common in Ukraine. 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. Have been considered the standard methods of strengthening bridge supports, its advantages and disadvantages. The paper focuses on the importance and necessity of restoring the tightness of expansion joints by using modern Maurer type constructions. 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 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 to the method proposed by the author. Have been summarized the experience of bridge operation after sealing expansion joints and overhaul of bridge supports.*

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

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 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]. 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 застосовується і дотепер, згідно з [3], являє собою масивну залізобетонну стійку, 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. 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. (рис. 1).



Рис 1. Типова опора мосту через р. Сіб у м. Гайсин після оббивання слабого бетону. Масова шарувата корозія верхньої (робочої) арматури внаслідок дефектів захисного шару та тривалого замочування.

Типові рішення прогонових будов, які масово застосовуються у практиці мостобудування, пов'язані зі статично визначеними схемами роботи. Відповідно до вимог будівельної механіки, збірні та збірно-монолітні багатопрілітні балочні прогонові будови 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 сталевий 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 низки супутніх проблем, головні з яких – збільшення динамічного навантаження в зоні швів, замочування поверхонь ригелів. 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 (див. рис. 1), руйнування неармованих бетонних підферменників, втрати еластичності та

руйнування еластомерних опор, руйнування бетону обмонолічення півригелів.

Узагальнюючи багаторічний досвід обстеження автомобільних мостів, взагалі, та їх двохконсольних опор, зокрема, зроблено висновок, що найбільша кількість дефектів мостових 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 у сукупності з їх неякісним експлуатаційним утриманням. Таким чином, при виконанні проектних робіт з реконструкції мостових споруд, особливо у випадках коли необхідно збільшити їх вантажопідйомність, слід передбачити комплексні заходи з підсилення дефектних ділянок ригелів мостових опор, заміні зношених еластомерних опор, ремонті монтажного стику півригелів та улаштуванні конструкцій сучасних деформаційних швів над ригелями.

У роботах відомих вчених-мостовиків П.М. Ковалю, Єфанова О.В., Іванова О.К., Полюги Р.І. [4, 5] детально розглянуто конструкції деформаційних швів, що використовувалися в минулому та сучасні конструктивні рішення, описано переваги та недоліки кожного з типів швів, область їх використання. На основі ґрунтовного аналізу їх досліджень 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, які на сьогодні в Україні пропонуються фірмою Mauer. Шви забезпечують вільне переміщення сусідніх елементів прогонових будов, водночас герметизуючи стик між ними, що забезпечує нормальний експлуатаційний стан верхньої частини мостових опор (рис. 2).



Рис 2. Монтаж металоконструкцій деформаційного шва Mauer на мостовій споруді у м. Гайсин.

Консольні ділянки ригелів раціонально підсилювати улаштуванням залізобетонних обойм. Обойми стандартної (прямокутної чи трикутної форм), що пропонуються у [6], хоч і економічні, однак володіють вкрай невдалим архітектурним абрисом. 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 консолей дозволяє значно (до двох разів) збільшити допустиме навантаження на ригель. Для досягнення такої складної форми рекомендується бетонування обойм самоущільнюючими бетонними сумішами на основі сучасних рецептур, запропонованих фірмами Sika,

Технологічна послідовність робіт з виконання робіт з улаштування обойм включає:

- оббивання слабого бетону ригелів та ділянок обмонолічення, дефектного захисного шару;
- очищення існуючого армування від продуктів корозії;
- встановлення нового армування обойми посилення;
- захист усього масиву арматури від корозії ефективними високоадгезійними полімер-цементними матеріалами;
- улаштування опалубки;
- бетонування обойми самоущільнюючими бетонними сумішами;
- розбирання опалубки та фінішна обробка бетонних поверхонь ізоляційними та оздоблювальними матеріалами.

Приклад мостової споруди, опори якої посилені за наведеною методикою, показаний на рис. 3. Практичний досвід експлуатації мостової споруди з урахуванням встановлених деформаційних швів, підсилень пролітної будови та опорних конструкцій, підтвердив раціональність запропонованих автором наукової роботи інженерних рішень.



Рис 3. Загальний вигляд мостової опори після реконструкції.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Popov VOLODYMYR, Voitsehivskiy 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.2.3-22:2009 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).

**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](mailto:v.a.popov.vntu@gmail.com). ORCID 0000-0003-2379-7764