

РАЦІОНАЛЬНИЙ МЕТОД РОЗШИРЕННЯ ГАБАРИТУ ВУЗЬКИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ З НЕПОВНИМ ПЕРЕКРИТТЯМ РУХУ

Володимир Попов, канд. тех. наук, Олександр Войцехівський, канд. тех. наук

Вінницький національний технічний університет (Україна)

Ключові слова: сталезалізобетонний міст, пролітна будова, просторова сталева ферма, напружено-деформований стан.

Вступ

Відомо, що в Україні, в умовах воєнного стану особлива увага приділяється критичній транспортній інфраструктурі. Навіть другорядні дорожні системи в цей складний час мають стратегічне значення, як альтернативні транспортні артерії для перевезення вантажів різного призначення. Значення автодоріг суттєво підвищується через неможливість використання традиційних авіаційних та морських шляхів. Найбільш конструктивно складними та відповідальними структурними елементом автодороги є мостові споруди. Результати наукових досліджень, присвячених оцінці ступеня зносу дорожнього фонду показують, що саме мости є найбільш зношеними конструкціями та потребують невідкладних ремонтних заходів [1, 2, 3]. Тому роботи з модернізації мостів, розпочаті в мирний час, в рамках програми Президента «Велике будівництво», повинні проводитись без зупину і під час воєнного стану для збільшення вантажопідйомності та пропускної здатності автомобільних доріг України, загалом, та мостових споруд, зокрема.

Виклад основного матеріалу дослідження

На цей час в Україні частину загального фонду автодорожніх мостів на дорогах місцевого і національного значення складають сталезалізобетонні споруди. Такі споруди утворені металевими пролітними фермовими системами, що формують основний опорний «скелет» споруди та залізобетонних плит, що сприймають безпосередній вплив від дорожнього покриття. Залізобетонні плити або улаштовані вільно опертими на металевий остов (тоді слід говорити про незалежну поведінку залізобетонної і сталеві складових споруди під навантаженням), або конструктивно зв'язані стад-болтами з металоконструкціями та працюють спільно у вигляді суцільної сталезалізобетонної прогонової будови. Такі споруди зводилися протягом 50-х ... 60-х років минулого століття та мають схожий недолік – не достатній габарит згідно з чинними нормативними вимогами.

Яскравим прикладом згаданих споруд є міст через річку Сорока у смт. Дашів Вінницької області на дорозі державного значення Р-33 (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд стале залізобетонного мосту у смт. Дашів до реконструкції.

За [4] та [5] клас наслідків мостової споруди, відповідно, СС-2 та II. Прогонова будова мосту виконана однопролітною, сталезалізобетонною. Монолітна залізобетонна плита прогонової будови прямокутного перерізу з консольним виступом тротуарної частини, має довжину близько 22 м, загальну ширину 8,86 м та товщину під автодорогою 440 мм. Плита опирається на три металеві ферми з паралельними поясами з трикутно-стійочною системою ґрат висотою 2,1 м, крок ферм 2,76 м. Верхній та нижній пояси ферм виконані таврового перерізу висотою 200...340 мм. Стійки ферм виконані зі спарених кутиків 100 x 75 x 8, що з'єднані між собою у тавр пластинами товщиною 12 мм. Опорні розкоси виконані зі спарених у таври кутиків 130 x 90 x 10, решта розкосів виконані зі спарених кутиків 130 x 90 x 8. Стійкість ферм забезпечується поперечними хрестовими зв'язками улаштованими у вертикальній площині та горизонтальними зв'язками у площині верхніх та нижніх поясів ферм. Всі елементи з'єднані на заклепках.

Робоче армування монолітної прогонової плити виконано у вигляді гладких арматурних стрижнів діаметром 10 ... 16 мм, що улаштовані з кроком близько 100 мм.

Тротуар влаштований з обох боків проїзної частини у вигляді консольних звисів монолітної плити прогонової будови.

Прогонова будова спирається на масивні берегові опори з гранітних блоків, що підсилені залізобетонними поясами жорсткості.

В результаті інструментальних досліджень стану споруди було виявлено, що, згідно з класифікацією [6], мостова споруда знаходиться в обмежено працездатному стані, причому, металокопункції збереглися у доброму стані, а залізобетонна частина – дефектна.

Головними проблемами мосту є не забезпечення міцності сталезалізобетонної прогонової конструкції в цілому. При нормативних тимчасових впливах для дороги Р-33 (III категорія) інтенсивністю НК-100, А-15 [7] основні несучі конструкції мосту перевантажені. Ферми, через зростання корисних впливів, вимагають підсилення. Габарит проїзної частини Г-6,94 м не відповідає вимогам [8, табл. 5.1]. Існуюча ширина тротуару (0,75 м) не відповідає нормативним вимогам (2,25 м). Міцність бетонного каменю залізобетонних плит прогонової будови, встановлена за результатами інструментального обстеження, відповідає класу В15 та не відповідає вимогам [9, табл. 3.4], тобто, В30 для прогонових конструкцій. Виявлені ознаки руйнування бетонного каменю з оголенням та корозією робочого армування, карбонізація бетону на значні глибини, тріщини, сколи, вибоїни та інші, менш значні, дефекти.

На цей час завдання розширення габариту з підсиленням непридатних до нормальної експлуатації прогонових будов мостових споруд здійснюється різними способами, переліченими у [1, 2, 10]. Дотепер універсального ефективного рішення підсилення сталезалізобетонних балочних мостових споруд не існує. У кожного з методів підсилення існують переваги і недоліки. Техніко-економічне порівняння варіантів показує, що перевагу має той метод, який дає тривалий позитивний ефект [2]. Тому доцільним і актуальним є пошук раціонального конструктивного рішення розширення прогонової будови сталезалізобетонних мостових споруд з підсиленням на прикладі реальної споруди у смт. Дашів.

Виконавши ґрунтовний аналіз чинної нормативної та наукової документації з проектування реконструкції мостових споруд [1 – 10], та зваживши на технічний стан існуючих конструкцій мостової споруди, в якій сталева частина зберіглася непогано, а залізобетонна зазнала критичних ушкоджень, запропоновано раціональний варіант розширення і підсилення, принципова схема якого зображена на рис. 2. Червоним виділено нові металокопункції.

Берегові опори збільшуються на потрібні величину шляхом улаштування додаткових пальових опорних систем з обох боків берегових опор, нарощуванням існуючих ригелів, що опираються на берегові опори та нові палі. На ці нарощені ділянки встановлюються два додаткові ряди плоских металевих ферм, конструктивно подібних до існуючих.

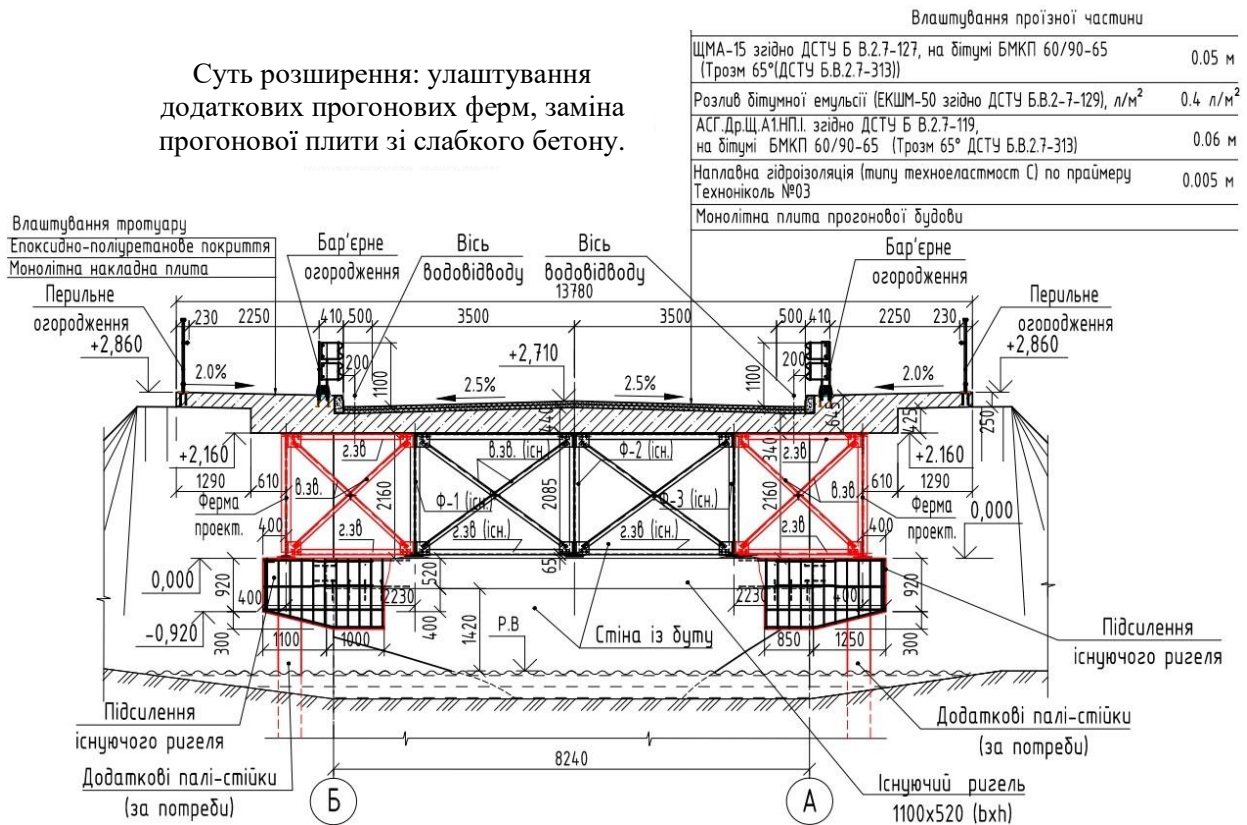


Рис. 2. Принципова схема посилення і розширення прогонової будови мосту по варіанту 1 улаштуванням двох додаткових металевих ферм.

Додаткові плоскі ферми зв'язуються з існуючою сталевією прогоновою системою горизонтальними та вертикальними зв'язковими системами у об'єднаний просторовий блок. Підсилюють існуючі ферми у потрібних місцях, відновлюючи їх проектну несучу здатність. Після утворення просторового блоку з п'яти прогонових ферм, існуюча залізобетонна монолітна плита проїзної частини та тротуарів розбирається. Розбирання доцільно виконувати у дві черги з частковим перекриттям руху. Технологічна схема виконання робіт показана на рис. 3.

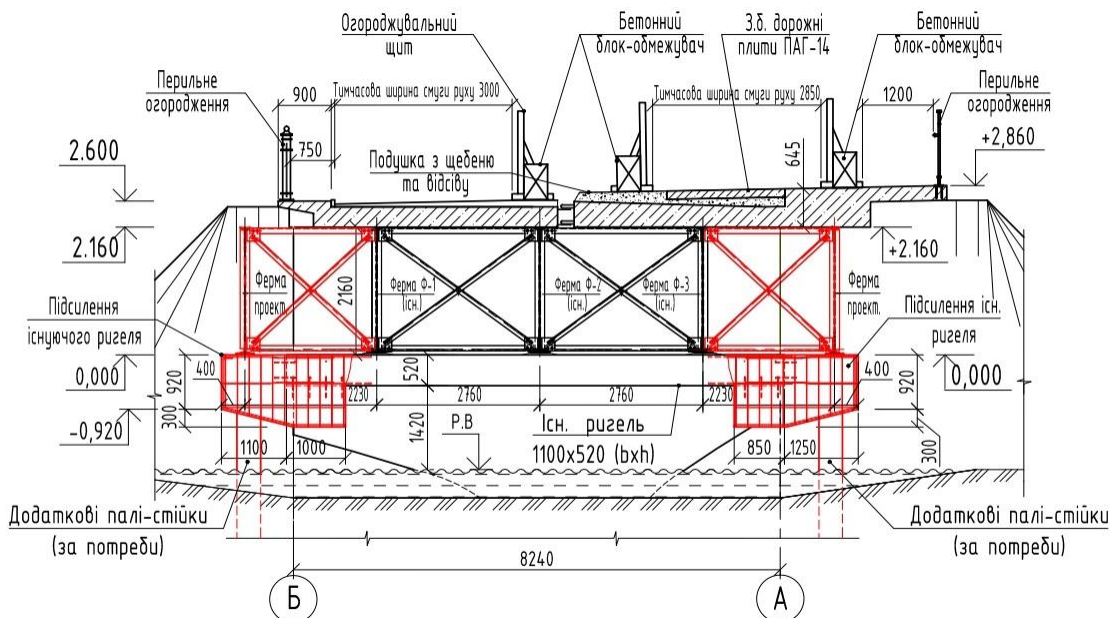


Рис. 3. Технологічна схема виконання робіт з частковим перекриттям руху автомобілів.

З лівого боку показаний фрагмент існуючої прогонової плити, що експлуатується під час виконання робіт з правого (поширеного) боку.

Узагальнена технологічна послідовність робіт з улаштування підсилення у дві черги:

Перша черга:

- демонтаж існуючого дорожнього покриття, дефектних перильного та бар'єрного огороження існуючого мосту;
- встановлення додаткових паль поблизу берегових опор;
- улаштування бічних нарощень ригель-росверків з об'єднанням існуючих опорних конструкцій з новими палями;
- встановлення додаткових сталевих прогонових ферм на видовжені ригель-ростверки;
- улаштування системи ґрат між існуючими сталевими конструкціями та новими фермами з утворенням єдиного жорсткого просторового сталевих блоку;
- демонтаж половини прогонової залізобетонної плити з обмеженою тимчасовою експлуатацією іншої половини;
- улаштування половини нової залізобетонної прогонової плити (з випусками робочого армування у майбутній шов бетонування), що спирається частково на старі металокаркасні конструкції, частково, на ферму поширення та тимчасова експлуатація цієї половини;

Друга черга:

- демонтаж залишків старої залізобетонної плити та улаштування на її місці іншої половини нової прогонової плити;
- улаштування перехідних конструкцій, улаштування дорожнього і тротуарного покриття;
- улаштування бар'єрного та перильного огорожень;
- захист сталевих і бетонних конструкцій мосту від корозії.

Вартісні показники запропонованого варіанту реконструкції мостової споруди у с. Дашів Вінницької області, розраховані у довоєнних цінах, складають 25 266 тис. грн. Термін будівництва – 10,5 міс. Вартість реконструкції 1 м.п. споруди складає близько 1,1 млн. грн., що відповідає середньостатистичним витратам. Техніко-економічне порівняння запропонованого раціонального варіанту посилення з іншими можливими варіантами будуть наведені у подальших наукових дослідженнях.

Висновки

Набув подальшого розвитку метод реконструкції сталезалізобетонних автодорожніх мостових споруд. Запропоновано оригінальний метод розширення вузьких сталезалізобетонних мостів шляхом двобічної прибудови сталевих просторових блоків. Наведений науковий матеріал проілюстрований реальним прикладом мостової споруди у смт. Дашів Вінницької області. Надійність конструкції, виконаної за таким методом підтверджено відповідними міцнісними розрахунками. Розроблено технологічну послідовність виконання робіт з реконструкції без повної зупинки експлуатації мосту, яка може бути поширена на подібні мостові споруди.

Список 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. В.О. Попов, І.В. Маєвська, А.В. Попова, і М.Я. Жиловський. Метод реконструкції балочних мостів без зупинки їх експлуатації улаштуванням нової збірно-монолітної пролітної будови. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2021-2. С. 5-15.

3. Попов В.О., Войцехівський О.В. Метод підсилення залізобетонних мостових опор улаштуванням бітрапецеїдальної обойми. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2022-1. С. 5 – 13.
4. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд: [Чинний від 2019-01-01]. – К., Мінрегіон України, 2018. – 30 с. – (Національні стандарти України).
5. 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).
6. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. Введ. з 1 грудня 2013 р. на заміну ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. К.: Мінбуд України, 2013. – 36 с.
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.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [На заміну ДБН В.2.3-4:2007]. [Чинний від 2016-04-01] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – (Національні стандарти України).
9. 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).
10. 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.