УДК 624.046+691.081

РЕКОНСТРУКЦІЯ МАЛОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО МОСТА

Кваша В.Г., Салійчук Л.В.

Національний університет «Львівська політехніка»
м. Львів, Україна

АНОТАЦІЯ: Представлено аналіз невдалого проекту реконструкції малого моста та конструктивно-технологічні рішення повторного проекту реконструкції.

АННОТАЦИЯ: Представлен анализ неудачного проекта реконструкции малого моста и конструктивно-технологические решения повторного проекта реконструкции.

ABSTRACT: The analysis of bad reconstruction design of small bridge, structural and technological solutions of its re-reconstruction is represented.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: малий автодорожній міст, реконструкція, залізобетонна накладна плита, розширення, підсилення.

ВСТУП

Малі залізобетонні мости (довжиною до 25 м) займають досить значне місце серед загальної кількості мостів на дорогах України. Вони збудовані за найбільш простими розрізними конструктивними схемами прольотних будов – плитними, плитно-ребристими або перехресно-ребристими, одно - і багато прольотними [1, 2, 3, 5].

Загальною їх невідповідністю сучасним експлуатаційним вимогам є недостатня пропускна здатність і вантажопідйомність, безпека і комфортність руху. За цих умов переважна більшість з них потребує реконструкції з обов’язковим розширенням габариту, підсиленням несучих конструкцій і забезпеченням довговічності за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

Досвід обстеження малих мостів свідчить, що в умовах обмеженого фінансування порівняно з мостами інших типів (середніми, великими), їх утриманню експлуатаційні служби приділяють недостатньо уваги, тому багато з них є більш занедбаними, мають більшу кількість дефектів і, в цілому, незадовільний фізичний стан. Розробці проектної документації на їх ремонт і реконструкцію, вважаючи її менш складною, також не приділяють належної уваги, тому у конкурсах на її розробку, занижуючи вартість, часто перемагають приватні ТзОВ, які не мають ні досвіду, ні спеціалістів достатньої кваліфікації з проектування реконструкції. Це призводить до прийняття неефективних, нераціональних рішень, а в окремих випадках і грубих помилок.

Тому **мета даної роботи** полягала в критичному аналізі на прикладі розробленого одним з таких ТзОВ проекту реконструкції малого моста прийнятих проектних рішень та допущених помилок, приверненні уваги замовників – власників мостів до якості проектної документації та у повторній розробці ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» альтернативного проекту реконструкції цього ж моста з більш простими і раціональними проектними рішеннями, застосованими при проектуванні реконструкції інших мостових об'єктів [2, 3, 5, 7].

ІСНУЮЧИЙ МІСТ ТА ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЙОГО РЕКОНСТРУКЦІЇ

Існуючий міст через струмок на км 9+635 автодороги Т1806 Рівне-Млинів-Буськ-Перемишляни збудований за балковою однопрольотною схемою 1×11,46 м, збірний, залізобетонний з габаритом Г-7+2×0,75 м (рис. 1). Проектна організація, яка проектувала міст, невідома, але, зважаючи на те, що струмок є одночасно і меліоративним каналом, можна допустити, що міст проектували і будували організації системи Водгоспу під час будівництва меліоративної системи, до якої належить канал.

Прольотна будова перехресно-ребриста, із збірних залізобетонних тонкостінних балок таврового перерізу довжиною 11,46 з кроком 1,4 м, об'єднаних поперек прольоту зварюванням півдіафрагм суміжних балок верхніми і нижніми металевими накладками та залізобетонною плитою мостового полотна товщиною 14 см. Тип армування балок за розповсюдженим на період проектування моста ТП вип. 56 – двома зварними каркасами з багаторядовим розташуванням поздовжньої робочої арматури без зазорів по висоті [1,2]. Обидва плоскі каркаси об'єднані в просторовий за допомогою замкнутих хомутів, розташованих вздовж каркасу з кроком 20…25 см. Інші особливості армування балок також за ТП вип. 56.

Берегові опори моста масивні із трьох обсипних стовпів діаметром 1,2 м, об’єднаних зверху монолітним залізобетонним ригелем з шафовою стіною і зворотними обсипними відкрилками. Опорні частини відсутні, балки встановлені на цементному розчині.

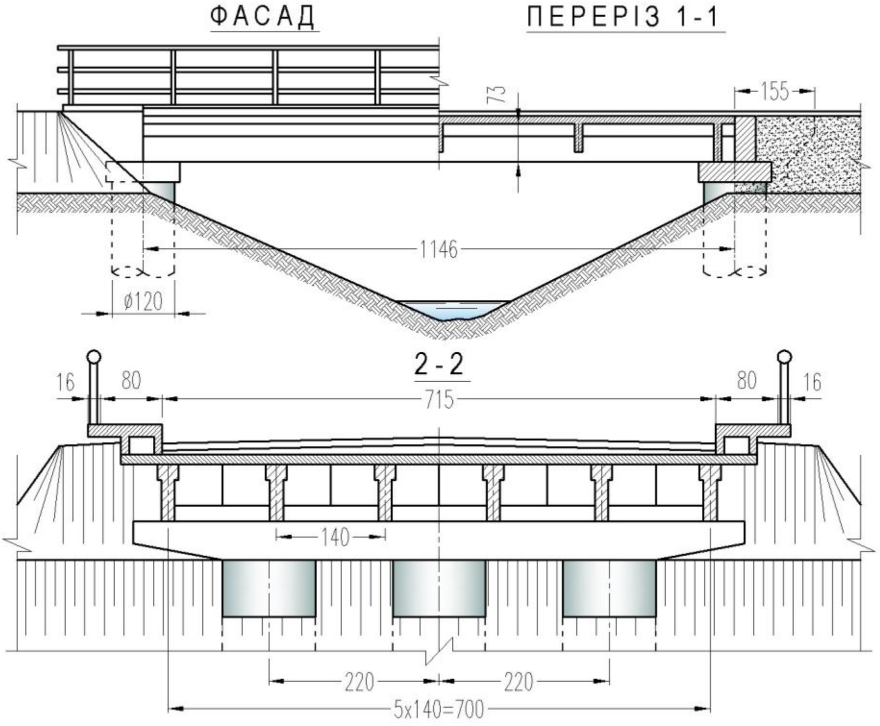

Рис. 1. Конструкція існуючого моста

Комплекс мостового полотна типовий на період проектування моста: тротуари підвищеного типу із збірних залізобетонних тротуарних блоків, багатошарове покриття їздового полотна - стічний трикутник, оклеєчна гідроізоляція, захисний шар з армованого бетону, асфальтобетонне покриття з нарощеними під час ремонтів шарами загальною товщиною 14-18 см. Перильне огородження нестандартне. Над опорами влаштовані деформаційні шви закритого типу.

За результатами обстеження, виконаного ТзОВ «Дортехпроект» (м. Київ) перед розробкою проекту реконструкції, найбільш суттєвим дефектом є відшарування на великих ділянках захисного шару бетону зовнішніх поверхонь обох крайніх балок, внаслідок цього оголення і

інтенсивна корозія арматури із зменшенням площі поздовжньої робочої арматури до 20% і розривання частини хомутів. Через значні пошкодження робочої арматури авторами обстеження ці балки визнані неремонтопридатними і такими, що не підлягають відновленню, а в цілому через стан цих балок міст визнаний аварійним. Проміжні балки істотних дефектів не мають і можуть використовуватись при реконструкції.

До інших дефектів, які потребують ліквідації, віднесені: часткове руйнування зварних стиків діафрагм, на ригелях і стовпах опор – місцеві руйнування захисного шару з оголенням та корозією арматури, руйнування шафових стін і зворотних відкрилків, тріщини і відколи на тротуарних блоках, недостатня ширина земляного полотна підходів, розмиви і руйнування підходів до тротуарів, часткове руйнування залізобетонних плит укріплення відкосів насипу під мостом.

Проект реконструкції моста розроблений ТзОВ «Дортехпроект» (м. Київ) [6]. Він передбачав розширення прольотної будови до габариту Г-9+2×0,75 м монолітною залізобетонною накладною плитою з консольними ділянками довжиною 241 см з тротуарними консолями шириною 140 см (рис. 2, а, б). Накладна плита (рис. 2, а, б) використовується і для підсилення балок прольотної будови. Однак в проекті відсутні будь-які конструктивні елементи (анкери її об’єднання з існуючими балками) для забезпечення надійної сумісної роботи комплексних перерізів існуючих балок і накладної плити.

Оскільки на думку розробників проекту крайні балки неремонтопридатні для збільшення несучої здатності прольотної будови проект передбачав їх демонтаж і заміну новими попередньо напруженими типу 3 Bet.90, укороченими при виготовленні до довжини існуючих балок 11,46 м (виготовлення ТзОВ «3 бетони», м. Калуш). Нові балки об’єднують з існуючими тільки накладною плитою без влаштування додаткових діафрагм на ділянці між новою і існуючою балками (рис. 2, а).

Ригелі існуючих опор підсилюють зварними зовнішніми каркасами із листового та профільного прокату.

На опорах також виконують роботи, пов’язані із сполученням моста з насипом: відновлення шафових стін, зворотних відкрилків, монтаж перехідних плит.

Крім того передбачені ремонтні роботи з відновлення захисного шару набризк - бетоном або полімер-цементним розчином, підсиленим мікрофіброю, ремонт зварних стиків діафрагм та укріплення відкосів і підмостового русла.

В розробленому проекті, на наш погляд, прийнято ряд принципових нераціональних рішень, які значно ускладнюють реконструкцію. По-перше, це заміна балок, яка технологічно є досить складною, а транспор-

тування балок на велику відстань і їх монтаж збільшує вартість реконструкції. У верхній полиці нових балок, яка має ширину 56 см, через 50 см вздовж прольоту передбачене просвердлювання скрізних каналів

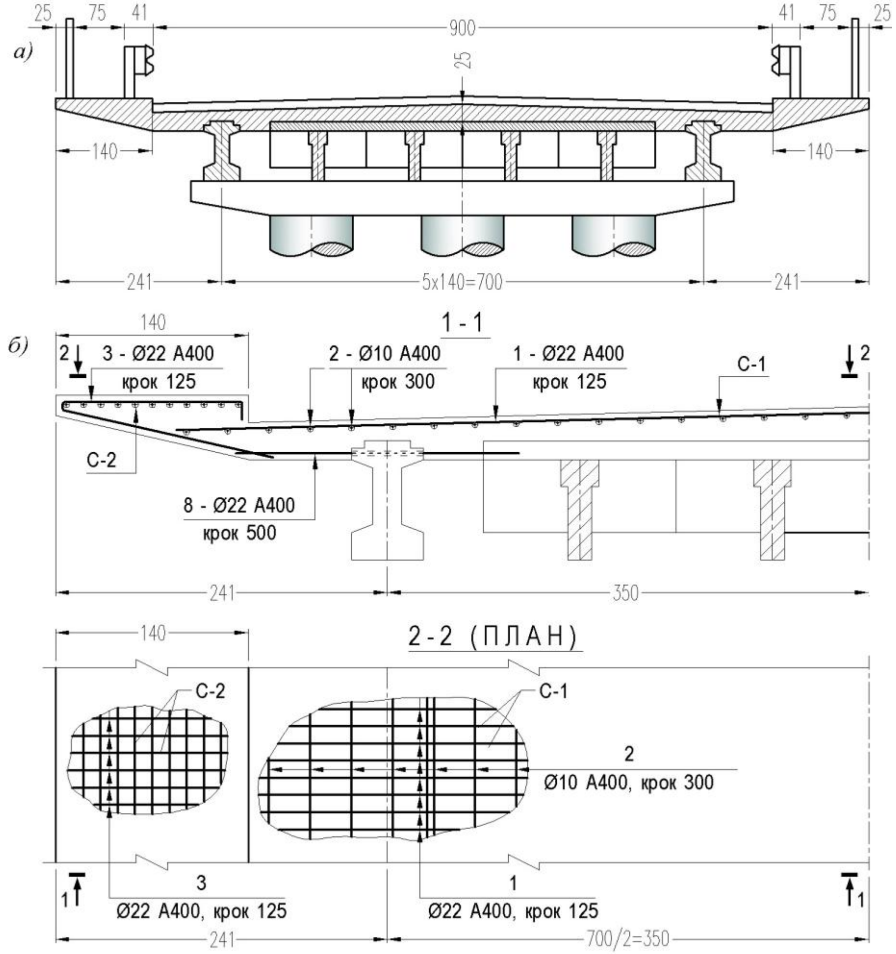

Рис. 2. Конструктивні рішення реконструкції прольотної будови за 1-м проектом

Ø25 мм, в які заводяться арматурні стержні Ø 22 мм (поз. 8 на рис. 2, б) і об'єднуються зі стінками каналів нагнітанням під тиском піщано-цементного розчину (лист 13-ІІ АБ.04 проекту), що при прийнятих діаметрах каналів і стержнів практично здійснити майже неможливо. Ці стержні об'єднують з оголеною існуючою арматурою залишеної ділянки плити мостового полотна. Технологічно буріння каналів є досить

складним, тому виникає питання чому ці канали не утворити при виготовленні балок встановленням трубчастих вкладишів або іншим відомим способом?

Є також суттєві зауваження до армування накладної плити і тротуарної консолі (листи 13-ІІ-АБ.04, 13-ІІ-АБ.05 і рис. 2,б). Основним елементом армування накладної плити є сітка С-1, а тротуарної консолі сітка С-2. Сітка С-1 має робочу арматуру Ø22 А400, через 125 мм, (позиція 1 на рис. 2, б), загальною вагою для двох сіток 2954 кг. При раціональному армуванні за розрахунком замість цієї арматури з деяким запасом цілком достатньо на консольних ділянках Ø12 А400, через 140 мм, а в середній частині в межах ширини існуючої прольотної будови Ø10 А400, через 200 мм. Загальною вагою 930 кг, тобто перевитрата арматури лише на сітки С-1 становить 2024 кг.

Аналогічно в декілька разів переармована і тротуарна консоль (рис. 2, б), в якій абсолютно необґрунтовано прийнята робоча арматура також Ø22 А400, через 125 мм (позиція 3 на рис. 2, б) загальною вагою на дві консолі 840 кг. При конструктивному армуванні цілком достатньо Ø12, А400, через 150 мм загальною вагою 210 кг, тобто перевитрата становить 630 кг, а загальна перевитрата арматури лише на сітки С-1 і С-2 складає 2660 кг.

Взагалі сітки С-1 і С-2 не технологічні у виготовленні, в проекті відсутні будь-які вказівки зварні ці сітки чи в'язані, мають велику вагу (наприклад сітка С-1 1610 кг) нетранспортабельні і очевидно повинні збиратись на місці, про що також немає вказівок в проекті.

Наведений приклад невдалих проектних рішень наглядно свідчить про низьку якість проектування і в цілому негативну оцінку даного проекту, який в результаті не був прийнятий виконавцем робіт для проведення реконструкції. Повторний проект реконструкції даного моста був замовлений ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка».

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТА ЗА ПОВТОРНИМ ПРОЕКТОМ

Повторний проект реконструкції моста розроблений на базі науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок ГНДЛ-88 з реконструкції, розширення і підсилення балкових залізобетонних прольотних будов автодорожніх мостів залізобетонною накладною плитою, які неодноразово застосовували на інших мостових об'єктах реконструкції і на практиці на реалізованих проектах підтвердили свою техніко-економічну ефективність [2, 3, 5 та ін.].

Для розширення прольотної будови до габариту Г-9+2×0,75 м також, як і в попередньому проекті, застосована монолітна залізобетонна

накладна плита, але спрощеної конструкції – без підвищених тротуарних консолей (рис. 3). Прийнято рішення існуючі крайні балки не міняти, а

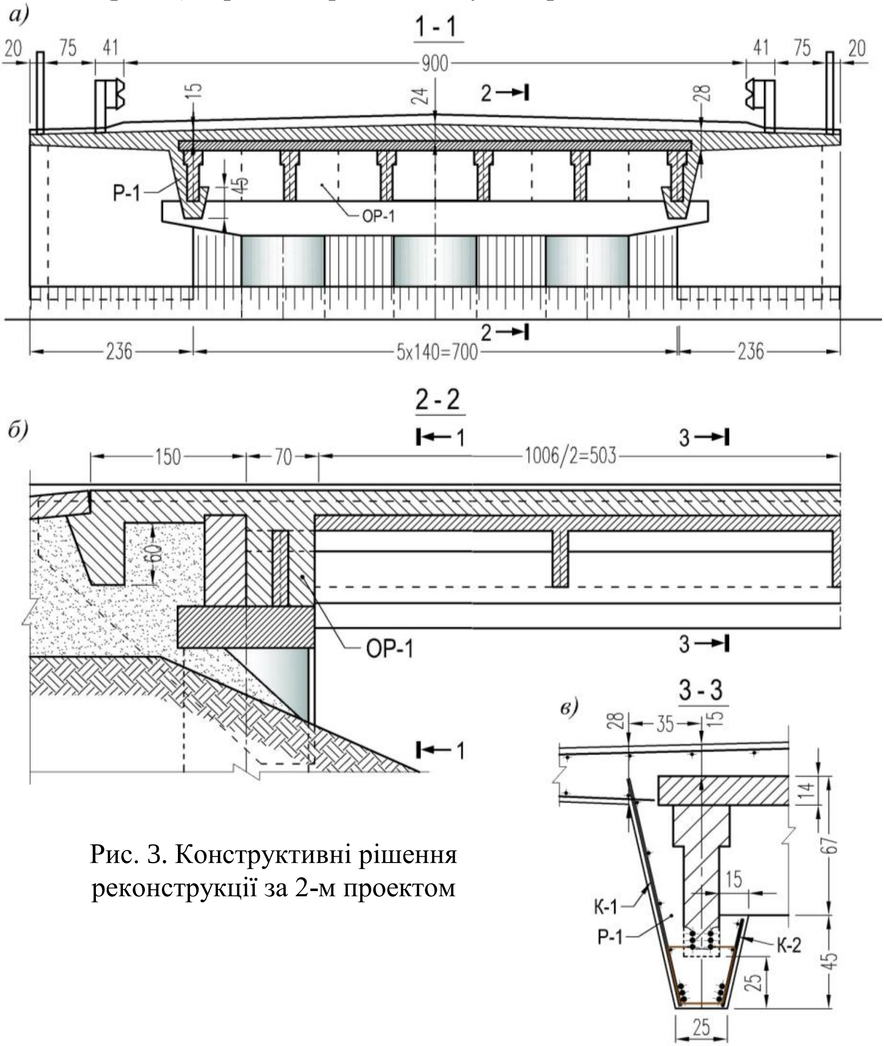

Рис. 3. Конструктивні рішення реконструкції за 2-м проектом

виконати їх підсилення добетонуванням знизу з додатковим армуванням і захист відкритих прокородованих фасадних поверхонь добетонуванням зовнішнього ребра Р-1 (рис. 3,а,в). Крім того всі балки існуючої прольотної будови підсилюють зміною статичної схеми з вільно обпертої на защемлену на опорах, шляхом влаштування над опорами в межах висоти балок і накладної плити опорних ребер ОР-1 (рис. 3, б), які за допомогою клеєстержневих анкерів [8] об’єднують з існуючим ригелем

одночасно підсилюючи його і в які вмонолічують торці існуючих балок, перетворюючи статичну схему прольотної будови в рамну. Для ліквідації надопорних деформаційних швів залізобетонна накладна плита видовжується на 1,5 м за межі опор (рис. 3,б), а в її торці влаштовують поперечне ребро для надійного обпирання перехідних плит (рис. 3,б).

Таким чином крайні, найбільше навантажені і найбільше ушкоджені корозією балки підсилюються подвійно – добетонуванням армованого поясу знизу і защемленням на опорах, що зі значним запасом забезпечує їх несучу здатність. Проміжні, менше навантажені – лише зміною статичної схеми з розрізної на защемлену на опорах.

Ефективність розвантаження балок в прольоті шляхом їх защемлення в опорах підтверджує порівняння ліній впливу згинального моменту в середині прольоту для двох їх статичних схем – вільнообпертої і защемленої (рис. 4). Защемлення зменшує максимальну ординату лінії впливу майже в 2,2 рази порівняно з вільнообпертою. Приблизно в цих же межах очікується і зменшення згинального моменту в середині прольоту. Не виключений також і розвантажуючий вплив розпору на нижній грані балок, який може виникати внаслідок створеної при защемленні горизонтальної нерухомості опор [4]. Однак це питання потребує окремого дослідження.

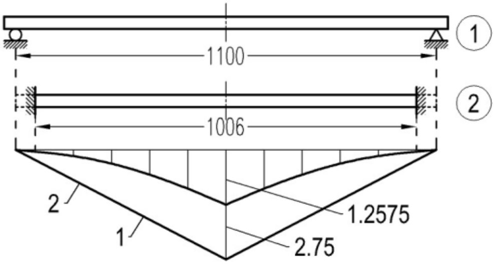

Рис. 4. Порівняння ліній впливу згинального моменту вільнообпертої (1) і защемленої балок (2)

В новій статичній схемі реконструйованої прольотної будови надопорні ділянки накладної плити додатково армують для сприйняття опорних згинальних моментів.

В загальному, запропоноване конструктивне рішення реконструкції в комплексі вирішило основні її завдання: забезпечення пропускної здатності, безпеки і комфортності руху, збільшення вантажопідйомності на сприйняття нормованих тимчасових навантажень А15 і НК-100. Довговічність елементів реконструйованого моста забезпечена захистом відкритих бетонних поверхонь прольотних будов і опор фарбуванням

сучасними захисними матеріалами відомих європейських фірм [2], які працюють на ринку України.

ВИСНОВКИ

Малі мости займають значне місце в мостовій інфраструктурі дорожньої галузі України, тому їх утриманню необхідно приділяти належну увагу, а до розробки проектної документації на їх ремонт і реконструкцію залучати проектні або науково-дослідні організації, які мають належний досвід і власні конструкторсько-технологічні розробки з реконструкції мостів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кваша В.Г. Обстеження та випробування автодорожніх мостів / В.Г. Кваша. - Львів: НУ «Львівська політехніка», 2002. - 102с.
2. Кваша В.Г. Досвід ремонту та реконструкції мостів України / В.Г.Кваша // Вісник Теорія і практика будівництва. - Львів: НУ «ЛП», 2006. -№562. - С. 38-49.
3. Кваша В.Г. Розширення прольотної будови автодорожнього моста з її підсиленням зміною статичної схеми без влаштування деформаційних швів / В.Г.Кваша, Л.В.Салійчук, В.С.Рачкевич // Дороги і мости: зб. наук. праць. - К.: ДерждорНДІ, 2008. - Вип. 9. - С. 106-111.
4. Погребной Я.Ф. Расчет балочных систем с горизонтально неподвижными опорами / Я.Ф. Погребной. -Львов: ЛПИ, 1957. -74 с.
5. Рачкевич В.С. Експлуатаційний стан та ефективні системи відновлення збірних залізобетонних прольотних будов з багаторядовою каркасною арматурою / В.С.Рачкевич, В.Г.Кваша // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. - Рівне: НУВГП, 2009. - Вип.18. - С. 521-533.
6. Робочий проект «Міст через струмок на автодорозі Т1806 Рівне-Млинів-Перемишляни, км 9+635». –К.: Дортехпроект, 2011. –Том. 1. - 39 с.
7. Салійчук Л.В. Застосування клеєстержневих анкерів при реконструкції мостів / Л.В.Салійчук, В.Г.Кваша // Дороги і мости: зб. наук. праць. –К.: ДерждорНДІ, 2008. - Вип. 9. - С. 220-227.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2013 р.