

## ОСОБЛИВОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОДНОПРОЛЬОТНИХ МАЛИХ МОСТІВ

© Кваша В.Г., Салійчук Л.В., Тузяк А.А., 2013

**Подано приклади реконструкції малих залізобетонних мостів з розширенням габариту монолітною плитою і підсиленням балок зміною статичної схеми з вільнообпертою на защемлену на опорах.**

**Ключові слова:** малі мости, реконструкція, залізобетонна накладна плита, підсилення балок, статична схема.

**Examples of reconstruction of small concrete bridges with extension dimension by monolithic slab and strengthening beams, change static scheme are described.**

**Keywords:** small bridges, reconstruction, concrete superimposed slab, reinforcement beams, static scheme.

### 1. Вступ. Мета роботи

Серед експлуатованих на мережі державних і місцевих доріг значне місце посідають малі мости (за існуючою класифікацією – загальною довжиною до 25 м). Їх прольотні будови, як правило, збірні залізобетонні, балкові, розрізні з найпростішими конструктивними схемами – плитні, плитно- і перехресно-ребристі. Велика частина з них – однопрольотні з довжиною прольотів від 2...3 м до 18...22 м [1,2], зокрема особливо розповсюджені для перекриття меліоративних каналів на створюваних в 60-х і протягом 70-х років минулого сторіччя численних меліоративних системах.

Порівняно з більш капітальними мостами інших типів (середніми і великими) в умовах обмеженого фінансування їх утриманню й експлуатації зі сторони експлуатаційних служб надавали недостатньо уваги, зважаючи на порівняно незначні матеріальні втрати під час їх руйнування і можливість досить простої відбудови. Тому багато з них є більш занедбаними, мають більшу кількість дефектів і загалом незадовільний фізичний стан.

Крім того, загальною невідповідністю експлуатаційним вимогам чинних норм проектування нових мостів для прольотних будов цього типу є незабезпечена вантажопідйомність і малі габарити мостового полотна, а отже, невідповідність вимогам за пропускною здатністю, безпекою і комфортністю руху. З цих умов вони потребують реконструкції з розширенням габариту, підсиленням несучих конструкцій і забезпеченням довговічності та надійності за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

Тому мета цієї роботи полягала в розробленні ефективних конструктивно-технологічних рішень розширення і одночасного підсилення однопрольотних прольотних будов малих мостів замість їх перебудови, приклади реалізації яких за проектами реконструкції, розробленими в ГНДЛ-88 Національного університету «Львівська політехніка» наведені нижче.

### 2. Реконструкція моста з перехресно-ребристою прольотною будовою

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 завдовжки 11,46 м з кроком 1,4 м, об'єднаних поперек прольоту зварюванням

півдіафрагм суміжних балок верхніми і нижніми металевими накладками та залізобетонною плитою мостового полотна завтовшки 14 см. Тип армування балок за розповсюдженням на період проектування моста ТП вип. 56 – двома зварними каркасами з багаторядовим розташуванням поздовжньої робочої арматури без зазорів по висоті [1, 2, 6]. Обидва плоскі каркаси об'єднані в просторовий за допомогою замкнених хомутів, розташованих уздовж каркасу з кроком 20–25 см. Інші особливості армування балок також за ТП вип. 56.

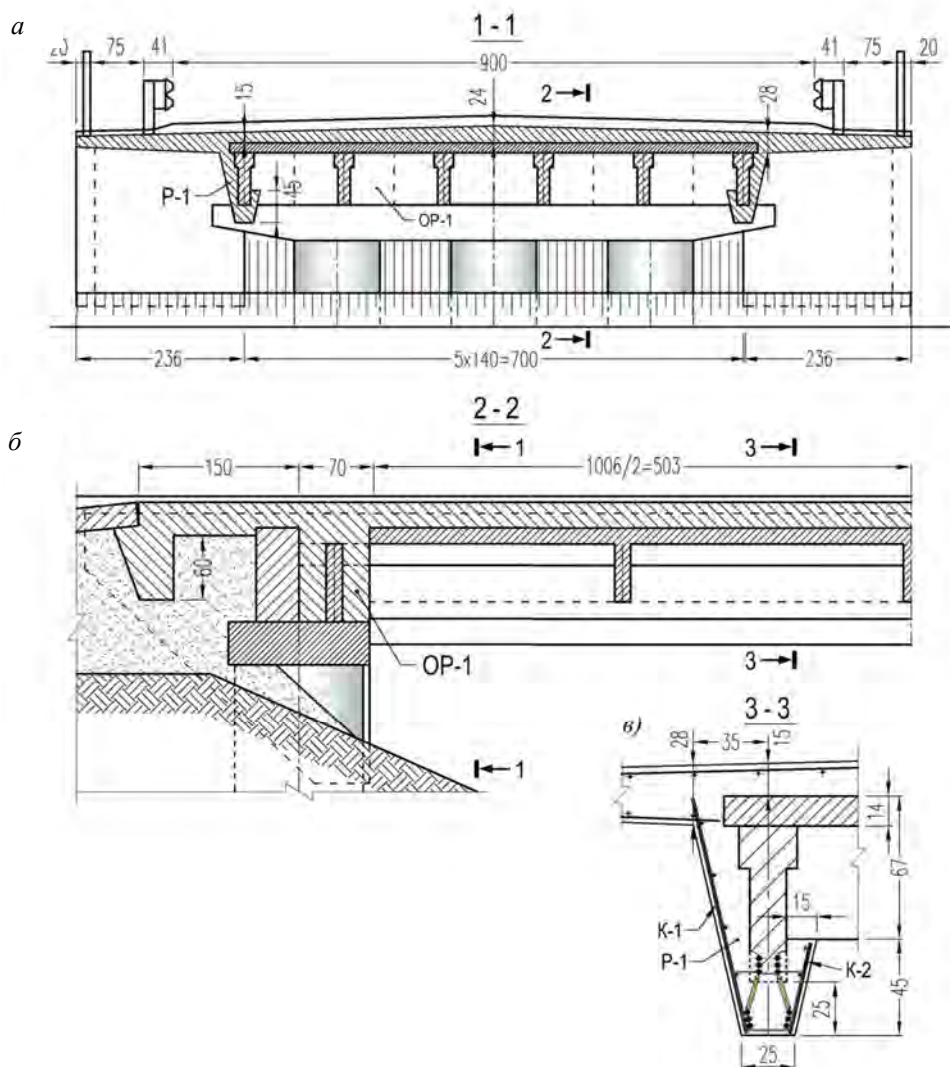


Рис. 1. Конструктивні рішення реконструкції перехресно-ребристої прольотної будови

Берегові опори моста масивні із трьох обсіпних стовпів діаметром 1,2 м, об'єднаних зверху монолітним залізобетонним ригелем з шафовою стіною і зворотними обсіпними відкрilками. Опорні частини відсутні – балки встановлені на цементному розчині.

Мостове полотно є типовим на період проектування моста: тротуари підвищені із збірних залізобетонних тротуарних блоків, багат шарове покриття їздового полотна – стічний трикутник, оклеєчна гідроізоляція, захисний шар з армованого бетону, асфальтобетонне покриття з нарощеними під час ремонтів шарами загальною завтовшки 14–18 см. Перильне огороження нестандартне. Над опорами влаштовані деформаційні шви закритого типу.

За результатами обстеження найсуттєвішим дефектом є відшарування на великих ділянках захисного шару бетону зовнішніх поверхонь обох крайніх балок, внаслідок цього відбувається оголення і інтенсивна корозія арматури із зменшенням площі поздовжньої робочої арматури до 20 % і розривання частини хомутів. Проміжні балки істотних дефектів не можна використовувати під час реконструкції.

До інших дефектів, які потребують ліквідації, належать: часткове руйнування зварних стиків діафрагм, на ригелях і стовпах опор – місцеві руйнування захисного шару з оголенням та корозією арматури, руйнування шафових стін і зворотних відкриттів, 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 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 за реалізованими проектами підтвердили свою техніко-економічну ефективність [2, 3, 6 та ін.].

Для розширення прольотної будови до габариту  $\Gamma-9+2 \times 0,75$  м застосована монолітна залізобетонна накладна плита з консолями (рис. 1, а). Крайні балки підсилені добетонуванням знизу з додатковим армуванням і захистом відкритих прокородованих фасадних поверхонь добетонуванням зовнішнього ребра Р-1 (рис. 1, а, в). Крім того, всі балки існуючої прольотної будови підсилені зміною статичної схеми з вільнообпертої на защемлену на опорах влаштуванням над опорами в межах висоти балок і накладної плити опорних ребер ОР-1 (рис. 1, б), які за допомогою клеєстержневих анкерів [7] об'єднані з існуючим ригелем, одночасно підсилюючи його, і в які вмонтовані торці існуючих балок, перетворюючи статичну схему прольотної будови на рамну. Для ліквідації надопорних деформаційних швів залізобетонна накладна плита видовжена на 1,5 м за межі опор (рис. 1, б), а в її торці влаштоване поперечне ребро для надійного опирання перехідних плит (рис. 1, б).

Так крайні, найбільше навантажені і 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 у прольоті через їх защемлення в опорах підтверджує порівняння ліній впливу згинального моменту в середині прольоту для двох їх статичних схем – вільнообпертої і защемленої (рис. 2). Защемлення зменшує максимальну ординату лінії впливу майже в 2,2 разу порівняно з вільнообпертою. Приблизно в таких самих межах можливе і зменшення згинального моменту в середині прольоту. Можливий також і розвантажувальний вплив розпору на нижній грані балок, який може виникати внаслідок створеної під час защемлення горизонтальної нерухомості опор [5]. Однак це питання потребує окремого дослідження.

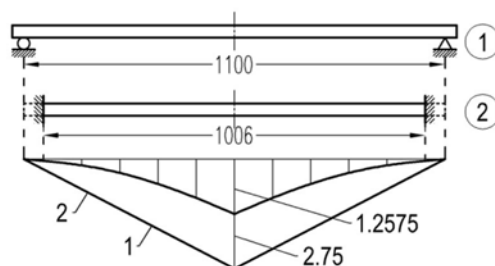


Рис. 2. Порівняння ліній впливу згинального моменту вільнообпертої (1) і защемленої балок (2)

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

Загалом запропоноване конструктивне рішення реконструкції в комплексі виконало основні її завдання: забезпечило пропускну здатність, безпеку і комфортність руху, збільшило вантажопідйомність 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.

### 3. Реконструкція плитної прольотної будови

Наступним об'єктом реконструкції був міст на км. 205+612 автодороги Київ–Ковель–Ягодин через р. Перга, русло якої після спрямлення і регулювання використане як магістральний канал меліоративної системи [4]. За конструктивною схемою міст однопрольотний з типових двопустотних попередньо напружених залізобетонних плит завдовжки 18,0 м (рис. 3, а). У поперечному перерізі прольотна будова габаритом Г-9+2×1,0 м складена з одинадцяти плит, об'єднаних між собою замоноличенням поздовжніх шпонкових пазів, утворених на їх бокових поверхнях. За габаритом міст не відповідає вимогам для дороги II-ї технічної категорії.

Експлуатаційний стан збірних плитних прольотних будов визначається їх конструктивними особливостями. Порівняно з ребристими вони є більш захищеними від негативного впливу зовнішнього середовища, оскільки мають значно меншу площу відкритих поверхонь. Порівняно захищеними є лише зовнішні бокові поверхні крайніх плит, де і нагромаджуються основні дефекти, пов'язані з корозією бетону, відшаруванням його захисного шару, місцевим оголенням арматури та її корозією. Нижні поверхні плит є більш захищеними і суттєвих дефектів практично не мають. Поширеним дефектом, який спостерігається у більшості прольотних будов, є пошкодження і розриви гідроізоляції, внаслідок цього просочування води через шпонкові шви між плитами і пов'язане з цим вилугування бетону замоноличення, зменшення сил тертя у швах і їх міцності на сприйняття поперечних сил, що є основним фактором забезпечення сумісної роботи плит прольотної будови.

Характерним дефектом є також недосконалість і недовговічність надопорних деформаційних швів закритого типу. Їх розгерметизація призводить до багаторазового замочування-висихання, замерзання-розмерзання торцевих і приопорних ділянок плит, що супроводжується інтенсивною корозією бетону, оголенням арматури і пошкодженням бетону в зоні розташування опорних частин. За тонкостінних перерізів пустотних плит це зменшує їх довговічність, тому одним із завдань реконструкції повинна бути ліквідація деформаційних швів.

Загалом експлуатаційний стан плитних прольотних будов порівняно з ребристими за однакових термінів їх експлуатації є значно кращим, а дефектів, які б суттєво впливали на несучу здатність плит практично немає. Тому всі вони незалежно від періоду будівництва на тепер є цілком працездатними, мають загалом задовільний стан несучих конструкцій і можуть бути використані під час реконструкції, мета якої доведення експлуатаційних показників до вимог чинних норм проектування мостів з забезпеченням вантажопідйомності, розширенням габариту за нормативами перспективної категорії дороги та нормованого терміну експлуатації співрозмірного з новими мостами.

Прольотна будова розширена за нормативами дороги II-ї технічної категорії до габариту Г-11,5+2×1,0 м плоскою монолітною залізобетонною плитою з консольними ділянками завдовжки по 1,95 м (рис. 3, б) [4]. Накладну плиту об'єднують для сумісної роботи з існуючими плитами за допомогою клеєстержневих петльових анкерів (рис. 3, в) [7], розташованих уздовж прольоту з кроком 120 см і поперек по осі крайніх і через одну проміжних плит (рис. 3, б). Зовнішні відкриті і частково пошкоджені корозією бетону бокові поверхні крайніх плит захищені добетонуваними ребрами з нахиленими поверхнями, об'єднаними в нижній частині з плитами П-подібними анкерами А-2 (рис. 3, б). Підсилення плит на сприйняття нормованих тимчасових навантажень А15 і НК-100, як і в попередньому випадку реконструкції ребристої прольотної будови, виконане зміною статичної схеми з балкової вільнообпертої на защемлену на опорах за допомогою влаштування поперечних надопорних ребер. Для цього над опорами відкривали пустоти зверху, встановлювали додаткову надопорну арматуру після чого відкриті ділянки пустот разом з ребрами бетонували одночасно з бетонуванням накладної плити, на приопорних ділянках якої встановлювали зварні сітки з надопорною арматурою для сприйняття опорних згинальних моментів, які виникають після защемлення плит.

Після влаштування накладної плити виконана заміна гідроізоляції і покриття, а також захисних елементів мостового полотна. Для забезпечення довговічності відкриті поверхні прольотної будови і опори захищені від агресивних впливів зовнішнього середовища та можливої корозії під час майбутньої експлуатації сучасними високоякісними і довговічними відновлювально-захисними матеріалами фірми Sika.

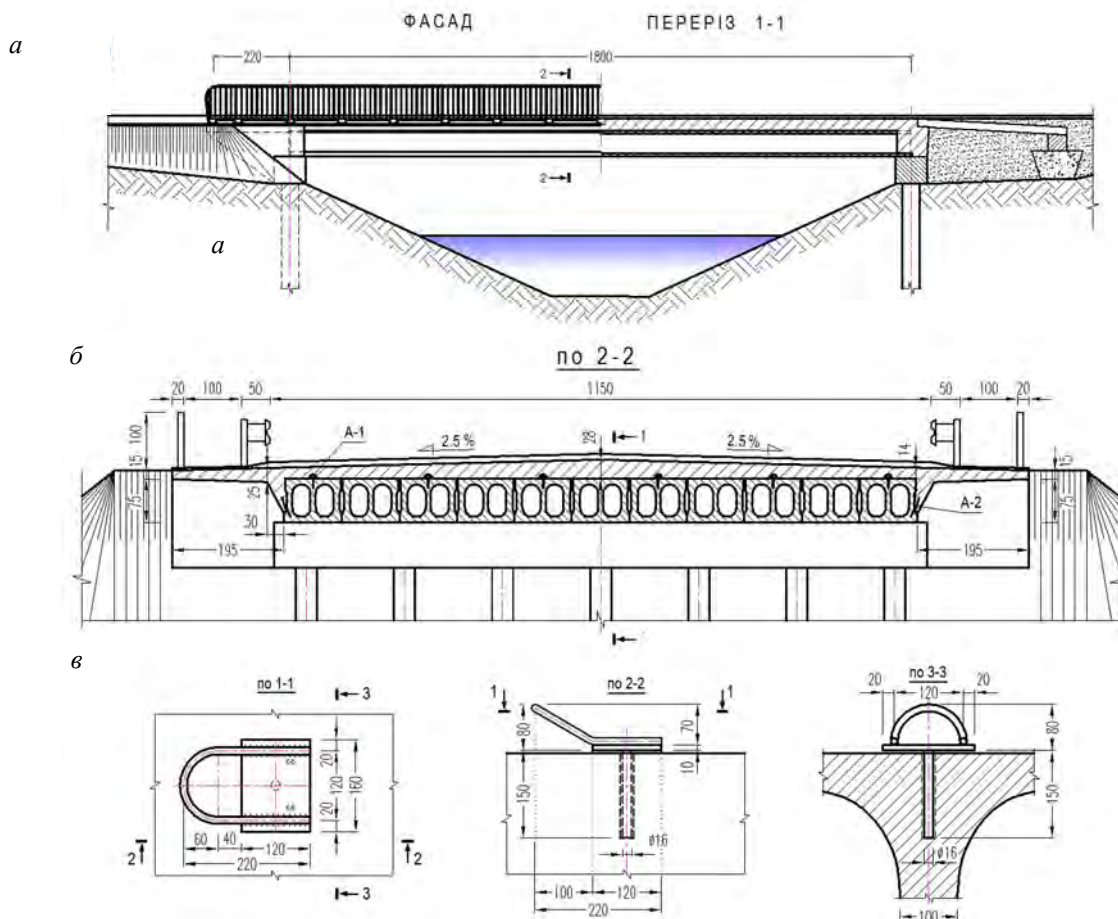


Рис. 3. Реконструкція моста через р. Перга на км 205+612 автодороги Київ-Ковель-Ягодин  
 а – фасад і поздовжній переріз; б – поперечний переріз розширеної прольотної будови; в – деталь клеєстержневого анкера А-1

#### 4. Висновки

Малі мости мають велике значення для мостової інфраструктури дорожньої галузі України, тому їх утриманню необхідно надавати належну увагу. Для комплексного вирішення завдань реконструкції найефективніше влаштовувати монолітну залізобетонну накладну плиту, а за необхідності підсилення змінювати статичну схему з вільнообпертої на защемлену на опорах.

1. Кваша В.Г. *Обстеження та випробування автодорожніх мостів.* / В.Г. Кваша. – Львів: Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2002. – 102с. 2. Кваша В.Г. *Досвід ремонту та реконструкції мостів України.* / В.Г. Кваша // *Вісник Теорія і практика будівництва.* – Львів: Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 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 // *Зб. Дороги і мости.* – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 9. – С. 106–111. 4. Кваша В.Г. *Технічний стан та реконструкція автодорожніх мостів з прольотними будовами із збірних залізобетонних пустотних плит* / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, А.А. Тузьяк // *Вісник Теорія і практика будівництва.* – Львів: Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2011. – № 697. – С. 127–138. 5. Погребной Я.Ф. *Расчет балочных систем с горизонтально неподвижными опорами.* / Я.Ф. Погребной. – Львов: ЛПИ, 1957. – 74 с. 6. Рачкевич В.С. *Експлуатаційний стан та ефективні системи відновлення збірних залізобетонних прольотних будов з багаторядовою каркасною арматурою.* / В.С. Рачкевич, В.Г. Кваша // *Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.* – Рівне: НУВГП, 2009. – Вип. 18. – С. 521–533. 7. Салійчук Л.В. *Застосування клеєстержневих анкерів при реконструкції мостів.* / Л.В. Салійчук, В.Г. Кваша // *Зб. Дороги і мости.* – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 9. – С. 220–227.