

УДК 624.046

## **ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ МАЛОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЧОТИРИШАРНІРНОГО МОСТА**

### **OPERATING CONDITION AND RECONSTRUCTION OF A SMALL REINFORCED CONCRETE FOUR-HINGED BRIDGE**

**Кваша В.Г.**, д.т.н., проф., **Яо Сін**, аспірант, **Салійчук Л.В.**, к.т.н., зав. лаб. (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів)

**Kvasha V.G.**, doctor of technical sciences, Professor., **Yao Xin**, Ph D student, **Saliychuk L.V.**, candidate of technical sciences, head of laboratory. (National University Lviv Polytechnic, Lviv)

**Наведені результати натурального обстеження і конструктивні рішення розширення і підсилення малого моста системи М. О. Словінського для забезпечення експлуатаційних показників, споживчих властивостей і нормованого терміну експлуатації реконструйованого моста за вимогами чинних норм проектування нових мостів.**

**In the 50s, 60s of the last century, one- and two- span reinforced concrete small slab bridges were massively built on public roads on light weight supports of the system of engineer M. O. Slovinsky. This paper presents an example of the technical condition of such a bridge after more than 50 years of its operation and design solutions for reconstruction for further use. Design solutions for the reconstruction of this bridge are developed on the basis of research and development GNDL-88 of the National University "Lviv Polytechnic". The main task is to bring the operational indicators of the bridge – carrying capacity, through put, safety and comfort of movement in accordance with the requirements of the current design standards of new bridges. Expansion of the span structure of the design developed in GNDL-88, a monolithic reinforced concrete over heads lab with canine over head, combined with special anchors with slabs of the existing span structure. For strengthening and protection of the side slope of the embankment and road bed of the stream, a slope protection type reinforcement structure filled with large natural stones is provided.**

#### **Ключові слова:**

**Залізобетонний малий міст, система М.О. Словінського, реконструкція.  
Reinforced concrete small bridge, system-M .O. Slovinsky, reconstruction.**

**Вступ.** Чотиришарнірні мости за конструктивним рішенням належать до особливого типу малих залізобетонних плитних мостів з полегшеними опорами, які запропонував в 1948 р. М.О. Словінський та назвав за своїм прізвищем: «малі чотиришарнірні залізобетонні мости на полегшених опорах системи інж. М.О. Словінського» [11,13].

Основною їх конструктивною особливістю є полегшені опори із плоских тонких монолітних або збірних бетонних або залізобетонних вертикальних стін, які працюють як вільнообперта балкова система на двох горизонтальних опорах: зверху – сама жорстка плита прольотна будова, скріплена зі стінами металевими анкерами-штирями, а знизу – спеціальні залізобетонні розпинки, встановлені шарнірно на обрізи фундаментів. Таким чином при забезпеченні шарнірного верхнього і нижнього обпирання вся система однопрольотного моста має чотиришарнірну геометрично змінну статичну схему, стійкість якої проти горизонтального зсуву забезпечують лише насипи підходів з обох сторін моста, у яких защемлюється його чотиришарнірна система при умові особливо ретельного виконання засипки ґрунту за опори, ущільнений масив якого забезпечує стійкість і працездатність чотиришарнірної системи.

Завдяки наявності верхніх і нижніх опор горизонтальні навантаження не передаються на ґрунти основи через підшву фундаментів, а сприймаються ґрунтом насипу за стінами опор. На ґрунт основи фундаменти передають лише вертикальний тиск, що значно полегшує конструкцію опор, тому одержують економію матеріалів в цілому до 50% порівняно з мостами з традиційними типами опор у вигляді стоянів зі зворотними стінами або відкосними крилами.

Перші типові проекти таких мостів прольотами 4-6 м розробив автор разом з УкрдортрансНДІ і будівництво їх розпочалось з 1950-1951 років. Конструкції мостів розраховували на нормовані рухомі тимчасові навантаження Н-10 і НГ-60. Пізніше в 1967 р. ПІ Союздорпроект розробив типовий проект цих мостів під збільшені нормовані навантаження: автомобільне Н-30 і колісне НК-80 за нормами проектування СН 200-62. (Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. М.: Трансдориздат, 1962).

За наявності типових проектів та завдяки виключній простоті конструктивних рішень, технології виготовлення збірних залізобетонних елементів і технології будівництва на той час вони набули широкої популярності і розповсюдження та вважались одним з найбільш прогресивних, перспективних і ефективних конструкцій перших збірних залізобетонних малих мостів. Це підтверджує і той факт, що саме цей тип малих мостів інж. М.О. Словінського наведений як приклад ефективних «сучасних» конструктивних рішень збірних залізобетонних малих мостів практично у всіх підручниках і учбових посібниках з залізобетонних мостів тогочасного видання [2,3,8-11].

Більшість цих мостів одно- двопрольотні, довжиною прольотів до 4-6 м одержали розповсюдження на дорогах загального користування місцевого значення і особливо у великій кількості на внутрішніх дорогах побудованих в 60-х, 70-х роках минулого сторіччя численних меліоративних систем при перетині магістральних каналів, для яких досить часто використовували природні спрямлені струмки і малі річки [6], а також, в окремих випадках, на не постійно діючих водотоках, коли з певних причин не могли застосовувати водопропускні труби, які є більш раціональними ніж малі мости будь-якої системи, в тому числі і чотиришарнірні системи М.О. Словінського.

Досвід обстеження малих мостів свідчить, що в умовах обмеженого фінансування порівняно з мостами інших типів (середніми і великими) їх утриманню і експлуатації експлуатаційні служби приділяють недостатню увагу, враховуючи порівняно незначні матеріальні втрати від їх руйнування та можливість досить простого відновлення. Тому багато з них в значній мірі є запущеними, мають велику кількість дефектів і в загальному – незадовільний фізичний стан.

Розробленню проектної документації на їх ремонт і реконструкцію, враховуючи її менш складною, також не приділяють належної уваги, часто до проектування залучають організації, які не мають ні досвіду, ні спеціалістів відповідної кваліфікації. Це призводить до прийняття неефективних, нерациональних конструктивних рішень, а в окремих випадках і до грубих помилок.

Тому **мета роботи** в першу чергу полягала в тому, щоб на конкретному прикладі реального моста на км 0+074 автомобільної дороги загального користування місцевого значення Гериня-Болехів у с. Гошів Болехівської міської ради Івано-Франківської області привернути увагу власників до проблем малих мостів, а також представити ефективні конструктивні рішення реконструкції малого чотиришарнірного моста, розроблені на базі науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» з використанням залізобетонної накладної плити, яку неодноразово застосовували на інших мостових об'єктах реконструкції і на практиці (за реалізованими проектами) підтвердили свою техніко-економічну ефективність [4-7].

**Ситуаційний план розташування та характеристика моста.** Міст через струмок розташований на магістральній вулиці населеного пункту, яка одночасно є і ділянкою дороги Гериня-Болехів. Струмок належить до передгірських постійно діючих малих водотоків з характерним рівнем малої води (РМВ) глибиною 30-50 см при ширині русла 2,5-3,0 м (рис. 1). На підході до моста русло практично паралельне до дороги, а лівий берег (за течією) впритик примикає до укосу насипу дороги (рис. 1) і до вхідного отвору моста разом з нижньою частиною укосу насипу досить значно розмитий на загальну глибину 1,2-1,5 м. Процес розмивання не стабілізується

і періодично продовжується, тому ця ділянка лівого берега струмка і примикаючого до нього укосу потребує захисту від подальшого розмивання. У звичайному стані струмок є спокійним мілководним водотоком і не створює будь-якої загрози для автодороги і моста.

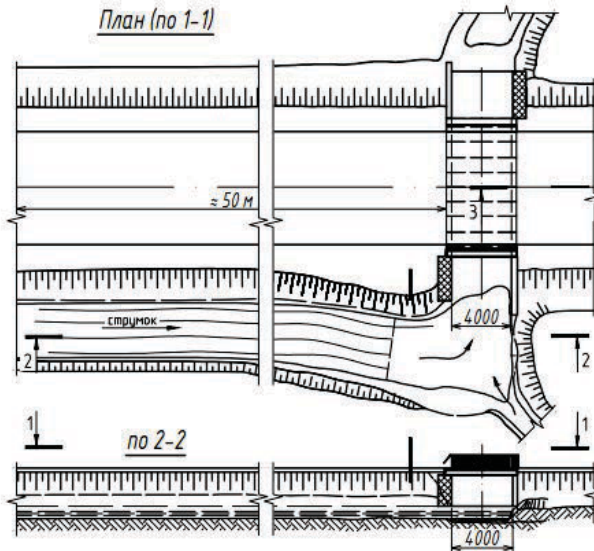


Рис. 1. Ситуаційний план розташування моста

Безпосередньо перед вхідним отвором моста (за течією) русло струмка різко повертає (рис. 1) і майже під прямим кутом перетинає вісь дороги. Саме на цій, досить несприятливій з умов гідрології ділянці і розташований міст, ширина отвору якого збігається з шириною русла струмка. Різкий поворот русла створює вкрай несприятливі умови для пропуску потоку повеневих вод і ідеальні для розмиву (ерозії) русла і берегів струмка.



Рис. 2. Загальний вид моста із вхідного отвору

Існуючий міст – малий збірний, плитний, однопрольотний, залізобетонний системи інж. М.О. Словінського (рис. 2,3). Прольот у світлі 4,0 м, висота у світлі між верхньою і нижньою плитами – 2,1 м. Габарит їздового полотна між бортовими елементами крайніх блоків прольотної будови Г-7,6 м без тротуарів. Статична схема моста – чотиришарнірна замкнута рама.

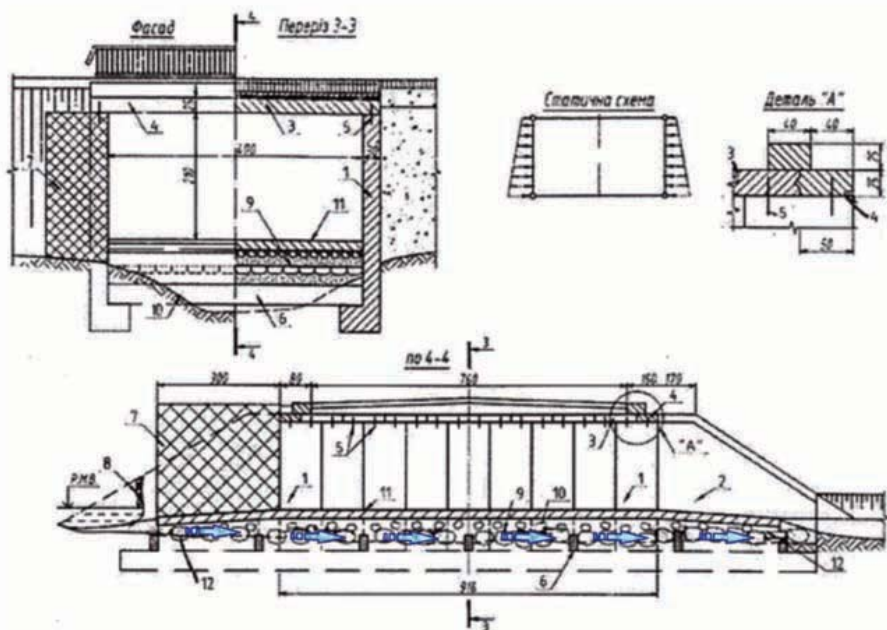


Рис. 3. Конструкція існуючого моста

1 – збірні залізобетонні блоки опор-стінок; 2 – збірні залізобетонні блоки прямих відкосних крил; 3 – збірні залізобетонні плити прольотної будови; 4 – крайні монолітні плити прольотної будови; 5 – об’єднуючі анкери-штирі; 6 – нижні розпинки, шарнірно оперті на обріз фундаментів; 7 – габіони, встановлені замість зруйнованих відкосних крил; 8 – розмитий лівий берег струмка і основи укосу насипу дороги; 9 – ймовірне проектне дно русла струмка під мостом, укріплене кам’яним мощенням (бруківкою); 10 – ймовірна зона розмиву русла під мостом, відкриття розпинок та їх руйнування; 11 – заново забетонована розпірна плита – нове дно русла струмка вище від РМВ; 12 – фільтрація і перетікання води при РМВ під розпірною плитою в межах висоти розмитого старого русла.

Опори моста з прямими відкосними крилами об’єднані плитною прольотною будовою. Стіни опор і відкосні крила складають одне ціле і виконані з вертикально поставлених залізобетонних плит номінальною шириною 100 см товщиною 30 см. Зверху плити стін зв’язані з плитами прольотної будови анкерними штирями. Нижні кінці цих плит встановлюють



у жолобчастий паз залізобетонної подушки фундаменту або виконують Г-подібними з безпосереднім обпиранням на ґрунт основи. Нижні збірні розпинки розташовані у рівні обрізу опорних подушок і захищені ґрунтово-гравійною (щебеневою) засипкою русла струмка в межах моста, яке часто укріплюють від можливого розмивання течією води кам'яною кладкою.

Для взаємного стикування плит стін мають на бокових поверхнях вертикальні пази, які заповнюють цементним розчином або дрібнозернистим бетоном, утворюючи їх шпонкове з'єднання між собою.

Плитна прольотна будова складена з восьми середніх збірних плоских залізобетонних плит і двох крайніх монолітних з набетонованими зверху на них бортовими елементами, до яких кріпиться перильне огородження, від якого на даний час збереглися лише залишки. Середні плити мають довжину 460 см, ширину 100 см при товщині 25 см. Крайні монолітні плити шириною 50 см. Збірні плити об'єднані між собою поздовжніми шпонковими швами – набивними шпонками в пазах. Таке з'єднання передає в основному поперечні сили і зумовлює сумісність прогинів країв суміжних плит. Тому (з деяким запасом) розподіл рухомого вертикального навантаження поперек моста при розрахунках прийнято в допущенні шарнірного об'єднання плит в поздовжніх швах.

Стики плит прольотної будови розташовані врозбіжку зі стиками плит стін опор, тому анкерні штирі зверху встановлені між цими стиками.

Міст розрахований на нормовані рухомі навантаження за вимогами чинних на період проектування моста норм СН 200-62 (1962 рік): автомобільне Н-30, колісне НК-80. За силовою дією нормоване тимчасове навантаження Н-30 аналогічне до нормованого чинними на даний час нормами проектування нових мостів ДБН В.1.2-15:2009 (Навантаження і впливи) А11, на яке розраховують мости на місцевих дорогах IV і V категорій, до яких відноситься і цей міст, тому формально можна вважати, що на даний час міст, розрахований при проектуванні на нормоване тимчасове навантаження Н-30 і НК-80, при відсутності дефектів має достатню експлуатаційну вантажопідйомність на сприйняття комбінацій нормованих навантажень А11 і НК-80.

**Опис технічного стану конструкцій моста.** Експлуатаційний стан моста та його реальні споживчі властивості порівняно з нормованими встановлювали за результатами натурного обстеження, за яким виявлені основні невідповідності між реальними і нормованими експлуатаційними вимогами, а також експлуатаційні дефекти, які істотно впливають на загальний технічний стан моста та умови його подальшої нормальної експлуатації, а саме:

– відсутність тротуарів, захисних смуг безпеки і бар'єрного огородження (рис. 2,3), що в умовах населеного пункту повністю не відповідає вимогам безпеки

пішохідного руху. З цієї умови прольотна будова моста потребує розширення;

–відшарування на значних за площею ділянках захисного шару бетону на практично незахищених зовнішніх поверхнях обох крайніх монолітних плит з відкриттям та інтенсивною корозією робочої арматури зі зменшенням її площі до 20% і навіть розриванням окремих хомутів (рис. 4,а). Внутрішні шари бетону цих плит також мають очевидні ознаки корозійних руйнувань – ніздрювату розпушену структуру, тріщинуватість, що є характерними ознаками їх неякісного бетонування. Через наявність таких ушкоджень ці плити визнані неремонтопридатними і підлягають видаленню із заміною їх впливу на несучу здатність прольотної будови новими елементами, введеними в склад прольотної будови під час реконструкції. Проміжні збірні залізобетонні плити істотних дефектів не мають і можуть бути використані для подальшої експлуатації після реконструкції моста;



Рис. 4. Характерні дефекти залізобетонних конструкцій моста:

а – руйнування крайніх монолітних плит прольотної будови; б – нахилення відкосного крила; в – ділянки відшарування захисного шару і відкриття арматури збірних плит прольотної будови

– повне руйнування двох прямих відкосних крил внаслідок місцевого розмивання основи (дна струмка) під недостатньо глибоко закладеними

фундаментами напевно на тих ділянках дна струмка, де була найбільшою водоверть повеневих вод. На місці зруйнованих відкосних крил для утримання укосів насипу зібрані габіони (рис.2, 3). Оскільки вони надійно виконують свою захисну функцію їх можна залишити для подальшого використання.

З двох наявних на даний час не зруйнованих відкосних крил одне незначно відхилене зверху біля деформаційного шва, який відділяє його від стіни опори (рис. 4, б). Під час реконструкції моста це відкосне крилонеобхідно додатково закріпити до нових ремонтних елементів і таким чином запобігти його подальшому нахилу. Плитні елементи опор з лицевої сторони істотних дефектів не мають і можуть бути використані в подальшому після реконструкції моста.

До інших експлуатаційних дефектів, які потребують ліквідації під час реконструкції моста, необхідно віднести: незадовільний стан гідроізоляції, про що свідчить наявність на нижній поверхні плит прольотної будови слідів вилуговування бетону у вигляді білого пластівчастого нальоту (рис. 4,в) – найхарактернішої ознаки фільтрації води, зокрема в поздовжніх швах між збірними залізобетонними плитами; оголення окремих стержнів поперечної арматури плит опор і прольотної будови (рис. 4, в) через недостатній захисний шар бетону, що призводить до поверхневої корозії цієї арматури. Окремі дефекти, допущені при виготовленні плит, їх транспортуванні на об'єкт і під час будівельно-монтажних робіт: відколювання бетону, поверхневі раковини, пустоти, напливи, недостатня щільність укладеного при виготовленні бетону та ін. Для забезпечення довговічності реконструйованого моста ці дефекти повинні бути ліквідовані, а всі відкриті бетонні поверхні прольотної будови і опор захищені від агресивної дії зовнішнього середовища і можливої корозії під час подальшої експлуатації сучасними високоякісними матеріалами.

Слід також відзначити ще одну несприятливу обставину, яка не дала можливості обстежити стан русла струмка безпосередньо під мостом та підземної частини опор і зокрема розпинок. Це порівняно недавно (до обстеження) заново забетонувана в межах площі отвору моста і відкосних крил нижня бетонна плита, яка по суті є новим укріпленим дном русла струмка під мостом (в межах ширини моста і відкосних крил) (рис. 2,3) і під якою залишились конструктивні робочі елементи проектної чотиришарнірної системи моста.

Судячи з наявності зруйнованих відкосних крил з великою ймовірністю можна припустити, що під час короткочасних осінніх чи весняних повеней руслові процеси могли бути досить інтенсивними з розмиванням русла і берегів струмка безпосередньо біля вхідного і вихідного отворів моста, а також під мостом, що в свою чергу призвело до розмивання засипки дна під мостом, відкриття захованих у ній розпинок б, їх незадовільного стану або



навіть часткового руйнування. Тому замість них пізніше і була забетонована нова розпірна плита 11, підшва якої розташована на відновленому шарі нової валунно-гравійно-щебеневої засипки, а сама плита стала новим дном струмка в межах моста. Причому це дно виявилось розташованим вище відмітки характерного цілорічного рівня малої води (РМВ). Крім того, зовнішня ділянка плити зі сторони вхідного отвору моста в межах відкосного крила і габіона забетонована зі зворотним ухилом (проти течії струмка), тому при звичайному робочому горизонті води близькому до РМВ вода не тече зверху по плиті (русло під мостом є сухим) (рис. 2,3), а фільтрує і перетікає під плитою 12, напевно через залишки попередньо розмитої засипки старого русла 9. Це природна властивість води – знаходити собі шляхи перетікання у ґрунтовому масиві. Але з умов подальшої тривалої експлуатації моста після реконструкції це явище є недопустимим, оскільки з часом може призвести до повторного неконтрольованого розмиву основи під плитою та наступного її руйнування. Тому під час реконструкції моста потрібно виконати регулювання русла струмка а також у зоні моста укріпити від розмивання береги струмка та примикаючий до нього укос насипу дороги.

**Опис конструктивних рішень реконструкції моста.** Основне завдання реконструкції моста – приведення його експлуатаційних показників і споживчих властивостей – вантажопідйомності, пропускної здатності, безпеки і комфортності руху, а також нормованого терміну експлуатації після реконструкції у відповідність до вимог чинних норм проектування нових мостів ДБН В.2.3-22:2009 за нормативами автодороги загального користування місцевого значення. Концептуальна умова проектування реконструкції моста – максимально можливе подальше використання існуючих конструкцій, що гарантує мінімальну вартість реконструкції.

Існуюча прольотна будова розширюється з габариту Г-7,6м без тротуарів до нового габариту Г-8 м з двосторонніми тротуарами по 1,5 м та відповідними захисними бар'єрними і перильними огороженнями (рис.5) за вимогами ДБН В.2.3-14:2006 і ДБН В. 1.3-22:2009. Розширення прольотної будови виконане розробленою в ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» конструкцією монолітної залізобетонної накладної плити з консольними зв'язами, надійно об'єднаної спеціальними анкерами А-1 [12] з існуючими плитами для забезпечення їх спільної роботи у розширеній прольотній будові (рис. 5, деталь «А»). При цьому існуючі крайні монолітні не ремонтпридатні залізобетонні плити шириною 50 см видаляють, а консольна ділянка накладної плити безпосередньо примикає до відкритої бокової поверхні крайньої збірної плити, повністю захищаючи її, і об'єднується з нею вклеєними стержневими анкерами А-2 (деталі «А, Б»). Аналогічна конструкція накладної плити багаторазово реалізована під час реконструкції чи ремонту мостів з різними типами прольотних будов [4-7,12], на практиці підтверджує високу ефективність і можливість комплексного вирішення

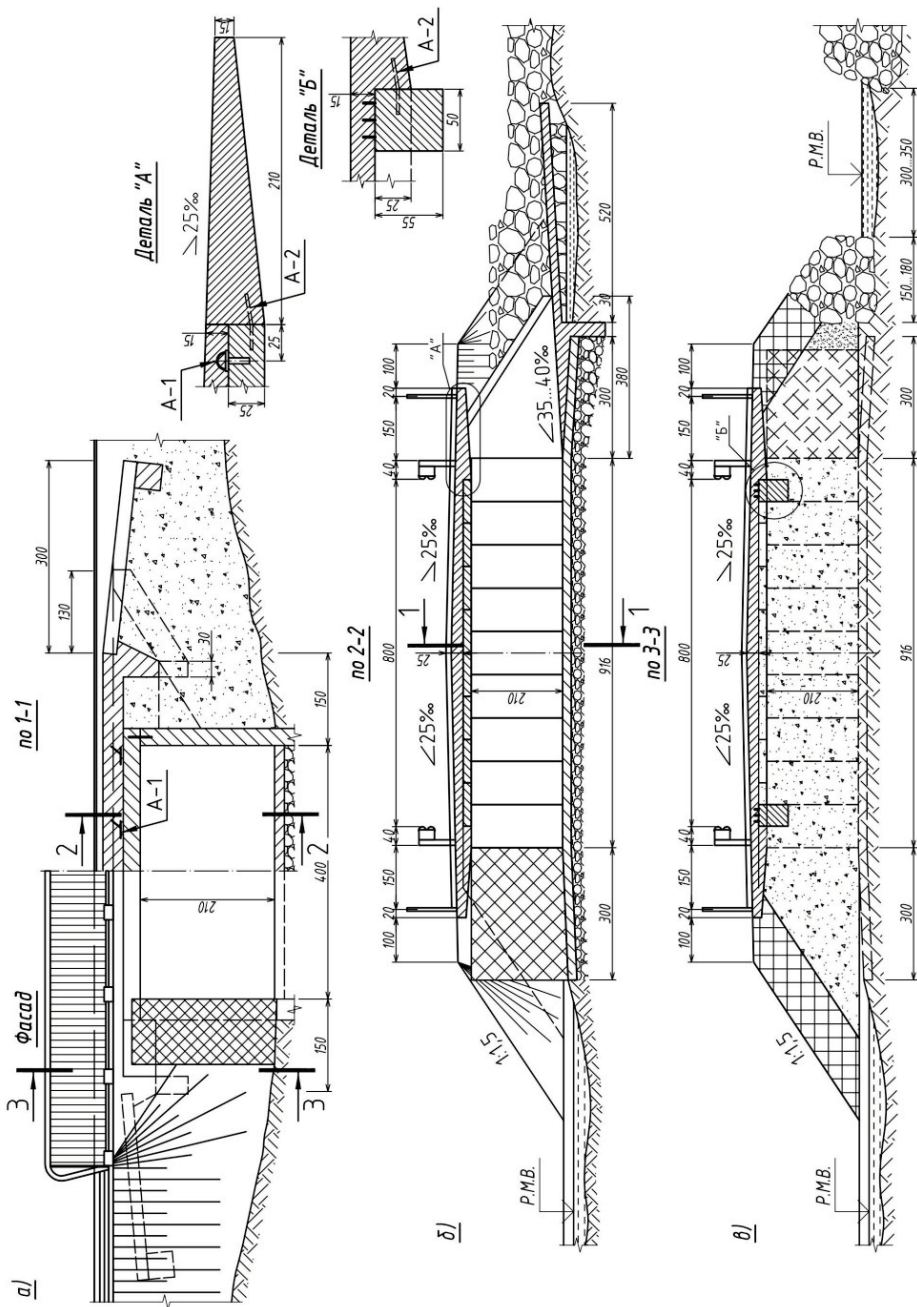


Рис. 5. Загальний вид моста після реконструкції

основних завдань реконструкції: розширення прольотної будови з одночасним збільшенням вантажопідйомності, пропускної здатності, безпеки і комфортності руху.

Для зменшення впливу на стіни опор активного горизонтального тиску ґрунту від розташованого на призмі зсуву вертикального тимчасового навантаження залізобетонну накладну плиту видовжують на 1,5 м за межі опор, а на її торцях влаштовують поперечні ребра для обпирання перехідних плит. Таким чином вертикальне тимчасове навантаження з цих кінцевих ділянок накладної плити як і з перехідних плит практично не передається безпосередньо на ґрунт призми зсуву, тобто стіни опор розвантажуються від цієї частини бокового тиску ґрунту, що зменшує згинальні моменти в стіні опори як балці на двох опорах, тобто відіграє роль свого роду підсилення стін опор.

Перерахунок моста після реконструкції виконаний на нормовані рухомі тимчасові навантаження А15 і НК-100 за вимогами чинних норм проектування нових мостів ДБН В.1.2-15:2009, як для моста на дорозі перспективної третьої технічної категорії, не дивлячись на те, що за цими ж нормами для цієї ж дороги, яка за існуючою класифікацією на даний час відноситься до дороги загального користування місцевого значення четвертої технічної категорії, під час проектування реконструкції дозволяється розрахунок штучних споруд виконувати на зменшені нормовані навантаження А11 і НК-80. Тобто в майбутньому при переведенні дороги у вищу третю технічну категорію при відсутності дефектів міст не потребуватиме додаткових втручань, а відповідно і витрати додаткових коштів.

Для зменшення швидкості повеневого потоку перед вхідним отвором моста передбачене створення розширеної зони водоприймача при повороті русла під міст і підняття дна русла в цій зоні до відміток вищих від існуючої на даний час відмітки верху плити, а також укріплення дна русла в цій зоні бетонною плитою товщиною 15-20 см, на ущільненій валунно-гравійній основі (рис. 6). Крім того для припинення фільтрації води перекриттям водоносного шару ґрунту під плитою в проміжку між відкритком і габіоном перед вхідним отвором моста влаштовують протифільтраційну завісу у вигляді бетонної стіни товщиною 25-30 см, заглибленої в дно струмка на 1,2-1,5 м, тобто в межах ймовірної товщини можливого фільтруючого шару ґрунту.

Для укріплення і захисту берегів струмка і укосу насипу земполотна підходів в зоні їх існуючого та майбутніх розмивів за рекомендацією посібника [1] передбачене влаштування укріпних споруд типу банкетів з кам'яного накиду з крупного природного каміння, які є найпростішими за технологією їх спорудження і в майбутній експлуатації. В даних конкретних

умовах кам'яний накид при дотриманні фракційного складу гірської породи дає можливість надійно забезпечити міцність і стійкість до руйнівної дії паводкових вод, а також довговічність і економічність. Конструкція банкету з крупного каміння активно протистоїть енергії хвиль і течії ріки. Поперечний профіль банкетів на всіх ділянках захисту прийнятий однотипний

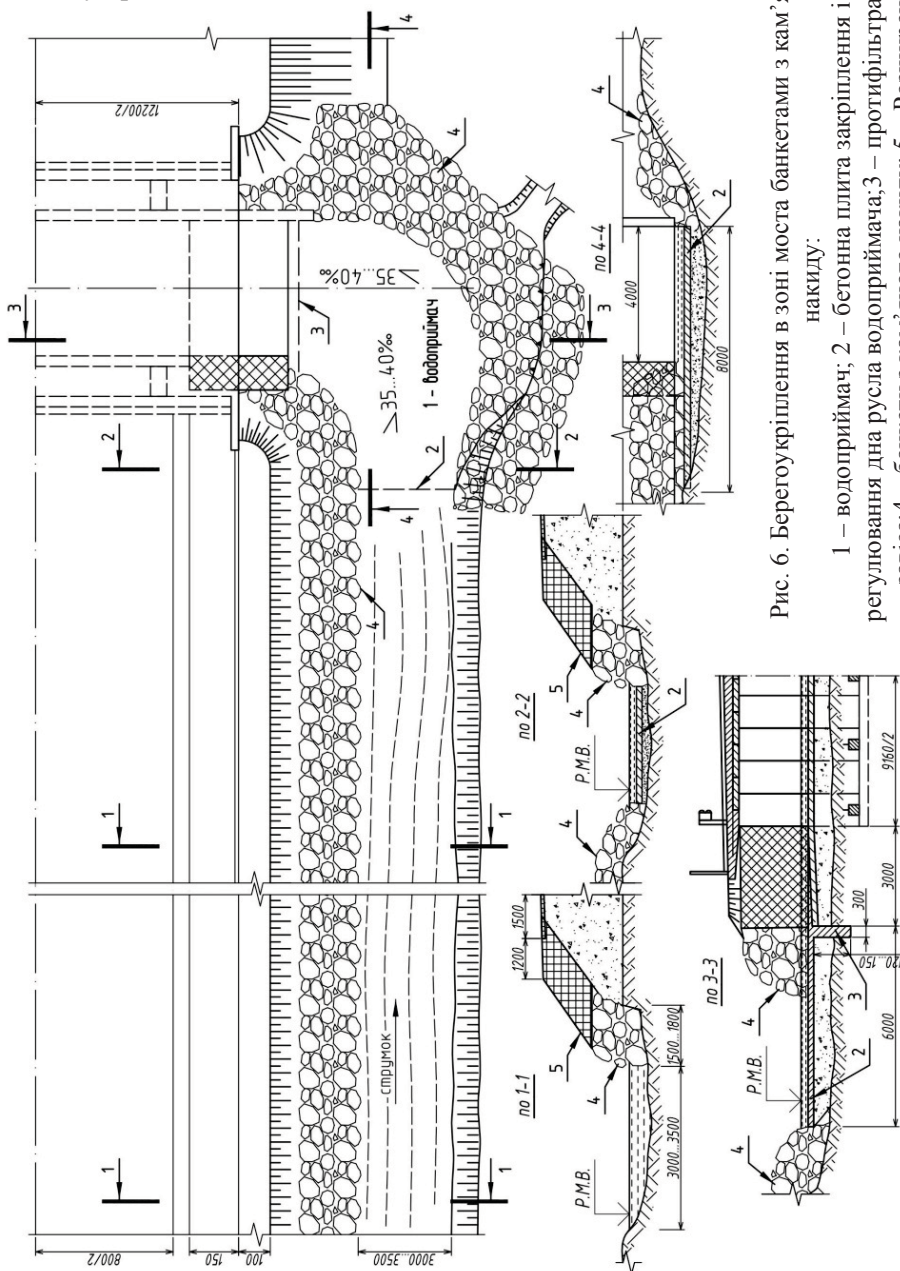


Рис. 6. Берегоукріплення в зоні моста банкетами з кам'яного накиду.

1 – водоприймач; 2 – бетонна плита закріплення і регулювання дна русла водоприймача; 3 – протифільтраційна завеса; 4 – банкет з кам'яного накиду; 5 – Розширення насипу підходів до моста

трапецієподібний для випадку не розмивного дна струмка біля берега і підніжжя укусу насипу земполотна. Розрахунковий максимальний діаметр крупних каменів  $dk \geq 50$  см, при вазі 200-250 кг. Рекомендований наступний фракційний склад гірської породи накиду [1]: максимальний діаметр гірської породи  $dk \geq 50$  см, (вага каменів 200-250 кг.) – вміст 60-65%; мінімальний діаметр  $du \leq 0,04 dk = 2-3$  см, – вміст 10-15%; проміжні фракції при порівняно рівномірному розподілі – вміст 20-25%.

Спорути з каміння довговічні, добре протистоять руйнівній механічній дії течії при катастрофічних повенях, вони стійкі до руйнування і стирання наносами та предметами, які плывуть у воді (каміння, дерева) і льоду. Горбкувата або зубчаста поверхня банкету різко зменшує швидкість течії біля споруди і відповідно розмиви дна ріки.

### **Висновки:**

1. Малі залізобетонні мости, в тому числі і розглянутий в даній роботі тип інж. М.О. Словінського, займають значне місце в мостовій інфраструктурі дорожньої галузі, тому їх утриманню і відновленню для подальшої експлуатації потрібно приділяти належну увагу, а для розроблення проектною документацією на капітальний ремонт чи реконструкцію залучати проектні чи науково-дослідні організації, які мають відповідний досвід та конструкторсько-технологічні розробки з реконструкції мостів.

2. Застосування залізобетонної накладної плити при реконструкції малих мостів дозволяє комплексно з мінімальними затратами коштів відновити їх експлуатаційні показники і споживчі властивості – вантажопідйомність, пропускну здатність, безпеку та комфортність руху, а також забезпечити нормований термін експлуатації за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

1. Герасимчук В.О. Річкові укріпні споруди. /В.О.Герасимчук, М.Д. Климпуш, М.Д. Круцик та ін. // - Коломия: вид. «Вік», 2000.-142 с.

Herasymchuk V.O. Richkovi ukripni sporudy. /V.O.Herasymchuk, M.D. Klympush, M.D. Krutsyk ta in. // - Kolomyia: vyd. «Vik», 2000.-142 s.

2. Гибшман Е.Е. Городские инженерные сооружения. / Е.Е. Гибшман // -М.: изд. Минкомунхоз, 1959. - 358 с.

Hybshman E.E. Horodskyye inzhenernyye sooruzheniya. / Е.Е. Hybshman // -М.: yzd. Mynkomunkhoz, 1959. - 358 s.

3. Гибшман Е.Е. Искусственные сооружения. / Е.Е. Гибшман // -М.: изд. Минкомунхоз, 1961. - 334 с.

Hybshman E.E. Ysskustvennyye sooruzheniya. / Е.Е. Hybshman // -М.: yzd. Mynkomunkhoz, 1961. - 334 s.

4. Кваша В.Г. Эффективные системы расширения и усиления железобетонных балочных пролетных будов автодорожных мостов. / В.Г. Кваша // Автореферат дисертації доктора технічних наук. –К.: КНУБА, 2002. -33с.



Kvasha V.H. Efektyvni systemy rozshyrennia i pidsylennia zalizobetonnykh balkovykh prolotnykh budov avtodorozhnikh mostiv. / V.H. Kvasha // Avtoreferat dysertatsii doktora tekhnichnykh nauk. –K.: KNUBA, 2002. -33s.

5.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.

Kvasha V.H. Dosvid remontu ta rekonstruktсии mostiv Ukrainy / V.H. Kvasha // Visnyk teoriia i praktyka budivnytstva – Lviv: NU «LP», 2006. -№562 –s.38-49.

6.Кваша В.Г. Особливості реконструкції залізобетонних однопрольотних малих мостів. / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, А.А. Тузяк // Вісник теорія і практика будівництва – Львів: НУ «ЛП», 2013. -№755 –с.152-156.

Kvasha V.H. Osoblyvosti rekonstruktсии zalizobetonnykh odnoprolootnykh malykh mostiv. / V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk, A.A. Tuziak // Visnyk teoriia i praktyka budivnytstva – Lviv: NU «LP», 2013. -№755 –s.152-156.

7.Кваша В.Г. Мости та шляхопроводи реконструйовані за проектами Галузевої науково-дослідної лабораторії (ГНДЛ-88) Національного університету «Львівська політехніка»(каталог). / В.Г. Кваша // -Львів: НУ «ЛП», 2017. -53 с.

Kvasha V.H. Mosty ta shliakhprovody rekonstruiovani za proektamy Haluzevoi naukovo-doslidnoi laboratorii (HNDL-88) Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika»(kataloh). / V.H. Kvasha // -Lviv: NU «LP», 2017. -53 s.

8.Коваленко С.Н. Опорымостов. / С.Н. Коваленко // -М.: Транспорт, 1966. -252 с.

Kovalenko S.N. Orogymostov. / S.N. Kovalenko // -M.: Transport, 1966. -252 s.

9.Назаренко Б.П. Железобетонные мосты. / Б.П. Назаренко // -М.: Транспорт, 1964. -429 с.

Nazarenko B.P. Zhelezobetonnyemosty. / B.P. Nazarenko // -M.: Transport, 1964. -429 s.

10.Поливанов Н.М. Железобетонные мосты на автомобильных дорогах. / Н.М. Поливанов // -М.: Автотрансиздат, 1956. -624 с.

Polyvanov N.M. Zhelezobetonnyemosty na avtomobylnykh dorohakh. / N.M. Polyvanov // -M.: Avtotransyzdat, 1956. -624 s.

11.Российский В.А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов. / В.А. Российский, Б.П. Назаренко, Н.А. Словинский // -М.: Высшая школа, 1970.-520 с.

Rosyiskyi V.A. Prymehy proektyrovanyiasbornykh zhelezobetonnykh mostov. / V.A. Rosyiskyi, B.P. Nazarenko, N.A. Slovynskiy // -M.: Vysshaya shkola, 1970.-520 s.

12.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.

Saliichuk L.V. Zastosuvannia kleiesterzhnevnykh ankeriv pry rekonstruktсии mostiv. / L.V. Saliichuk, V.H. Kvasha // Zb. Dorohy i mosty. –K.: DerzhdorNDI, 2008, -Vyp. 9. –s. 220-227.

13.Словинский Н.А. Мосты малых отверстий с облегченными опорами. / Н.А. Словинский, Е.А. Балабанов, Г.Т. Копалейшвили, Г.В. Робиташвили // -М.: Дориздат, 1951.

Slovynskiy N.A. Mosty malykh otversty s oblehchennyi опорamy. / N.A. Slovynskiy, E.A. Balabanov, H.T. Kopaleishvily, H.V. Robytashvily // -M.: Doryzdat, 1951.