

$$\begin{aligned}
 p_j &= \beta_{11} \mu_j^2 + \beta_{12} - \beta_{16} \mu_j; & q_j &= \beta_{12} \mu_j^2 + \beta_{22} / \mu_j - \beta_{26}; \\
 b &= \gamma (\beta_{11} \beta_{22} - \beta_{12}^2) / (2 \beta_{11})
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

(ε_0 – кут повороту кільця як жорсткого цілого).

Використавши подання функцій напружень (8) та виконавши інтегрування граничних умов (12), задача зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь, аналогічної до (11).

На основі розробленої методики складено загальний алгоритм, який дає змогу здійснювати числову реалізацію задачі залежно від пружних характеристик гірської породи та геометричних параметрів виробки.

1. Лехницький С.Г. Теория упругости анизотропного тела. – М.: Наука, 1977. 2. Савин Г.Н. Распределения напряжений около отверстий. – К.: Наук. думка, 1968. 3. Задворняк М.И., Мартынович Т.Л. Изгиб анизотропной пластины с упругим анизотропным включением // Журнал прикл. мех. и техн. физ. – 1983. – №6. 4. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1965.

УДК 624.004.69

В.Г. Кваша

Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСВІД РЕМОНТУ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТІВ УКРАЇНИ

© Кваша В.Г., 2006

Описано конструктивно-технологічні рішення найбільш розповсюджених на мережі автодоріг України існуючих залізобетонних мостів, їх технічний стан та характерні дефекти, що виникали під час тривалої експлуатації. Наведено сучасні технології їх ремонту та реконструкції з розширенням габариту різними типами залізобетонної накладної плити.

The structurally-technological decisions of the most widespread on a network motorways of Ukraine of existent bridges of the reinforced concretes, technical state and characteristic defects which arose up in the process of the protracted exploitation, are described. Modern technologies of their repair and reconstruction are presented with expansion of size by the different types of the reinforced concrete superimposed flag.

Вступ

В інфраструктурі автодоріг України мости, що належать до однієї з найважливіших її складових, є найбільш відповідальними, складними і високовартісними технічними системами, парк яких формувався впродовж більше ніж 100 років в процесі розвитку дорожньої мережі. За цей період декілька разів змінювались норми їх проектування, технології будівництва, експлуатаційні вимоги та нормовані тимчасові навантаження. Тому об'єктивною реальністю є наявність в експлуатації мостів з різними габаритами, вантажопідйомністю, пропускною здатністю, умовами комфортності і безпеки руху, фізичним станом, моральним і фізичним зношуванням, дефектністю, надійністю, довговічністю.

Переважна більшість мостів побудована у післявоєнний період індустріальними методами з використанням типових збірних залізобетонних елементів. Багаторічний досвід їх експлуатації показав, що більшість з них має значні дефекти та пошкодження і загалом незадовільний технічний стан. Тому основним завданням мостового господарства України є максимальне збереження існуючих мостів малих і середніх прольотів масового будівництва, їх ремонт, відновлення та реконструкція. Питання стоїть так: чи перебудувувати міст, чи ремонтувати або реконструювати його? Розв'язання цього завдання є складним, оскільки вимагає об'єктивної оцінки технічного стану несучих конструкцій. Тому

зустрічаються суб'єктивні підходи і часто вирішення питання залежить від кваліфікації і досвіду спеціаліста, який займається обстеженням та аналізом технічного стану споруди.

1. Коротка характеристика існуючих мостів та їх стану

На автодорогах України експлуатується більше як 16 тис. мостів і естакад, крім того, близько 5 тис. в населених пунктах. З них 93 % малих (до 25 м) і середніх (до 100 м) мостів: залізобетонні балкові розрізні, нерозрізні і консольні, монолітні і збірні із балок зі звичайною і попередньо напруженою арматурою. Існує декілька типів прольотних будов, які викликають найбільші сумніви в експлуатаційних службах і навколо яких виникає найбільше суперечливих висновків: зберігати і реконструювати чи перебудувати.

1. Побудовані у великій кількості протягом 1950–1970 рр. збірні залізобетонні розрізні балкові діафрагмові [1] і бездіафрагмові прольотні будови з типових балок, армованих ненапруженою багаторядовою каркасною арматурою (рис. 1). Вони мають тонкостінний переріз балок, малу вагу і тому велику хиткість, армування з двох пакетів поздовжньої арматури із стрижнів $\varnothing 32$ мм, розміщених у 4–6 рядів по висоті без зазорів і зварених між собою поздовжніми зварними швами і з великою кількістю відігнутих стрижнів, за допомогою яких уся арматура об'єднується в жорсткий каркас. Стиги діафрагм на зварюванні закладних деталей металевими накладками, або об'єднання балок поперек прольоту в межах висоти полиці поздовжніми замоноліченими швами на випусках арматури.

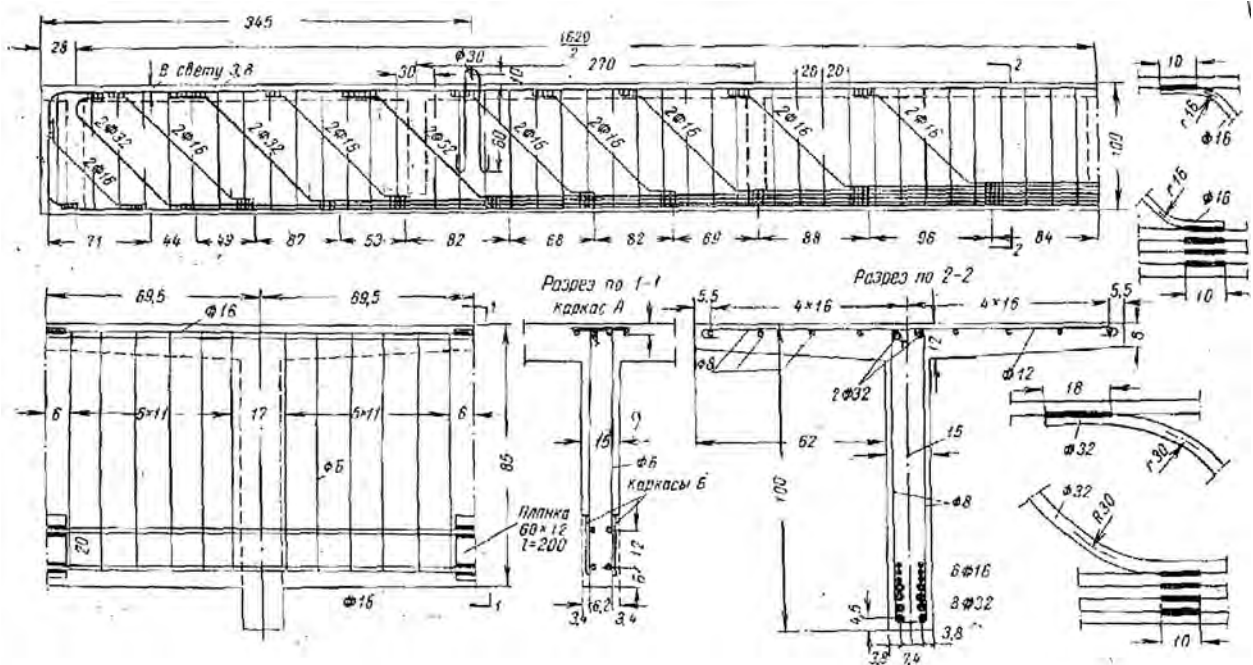
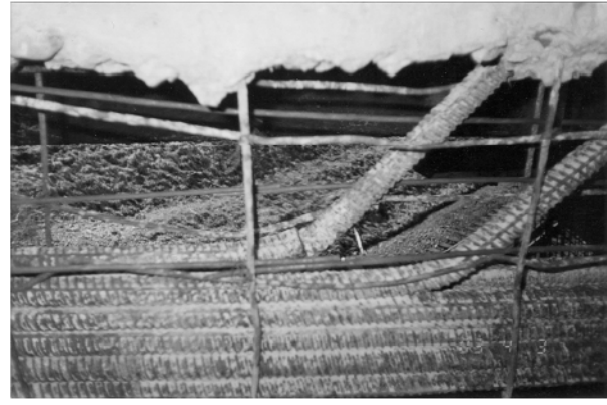


Рис. 1. Конструкція балок з багаторядовою каркасною арматурою для збірних залізобетонних діафрагмових прольотних будов

Відмічені конструктивні особливості впливають на чинники, які призводять до незадовільного стану балок цих типів, а саме: поздовжні зварні шви між стрижнями є концентраторами напружень, оцінити вплив яких на міцність арматури практично неможливо через різні умови ручного зварювання. За багаторазових і динамічних навантажень в місцях зварювання в пакеті арматури виникають силові тріщини і розриви стрижнів (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Силова тріщина в зварному пакеті поздовжньої арматури (а) і розрив відігнутого стрижня (б)

Тонкостінний переріз балок веде за собою підвищену ймовірність карбонізації бетону і, як наслідок, корозію арматури (поки що переважно хомутів). Мала власна вага прольотних будов призводить до незадовільних їх динамічних характеристик. В найбільш напружених перерізах діафрагм стикові металеві накладки розриваються, що впливає на розподіл зусиль між балками. У замонолічених стиках бездіафрагмових прольотних будов бетон, як правило, має низьку міцність і щільність, не відповідає вимогам за морозостійкістю і водонепроникливістю, кородує і руйнується, що також призводить до погіршення умов розподілу зусиль між балками. Крім того, замонолічені стики незадовільно працюють на витривалість.

2. Прольотні будови з попередньо напруженою арматурою з потужних пучків, розміщених в закритих заін'єктованих каналах з натягом арматури на бетон (рис. 3).

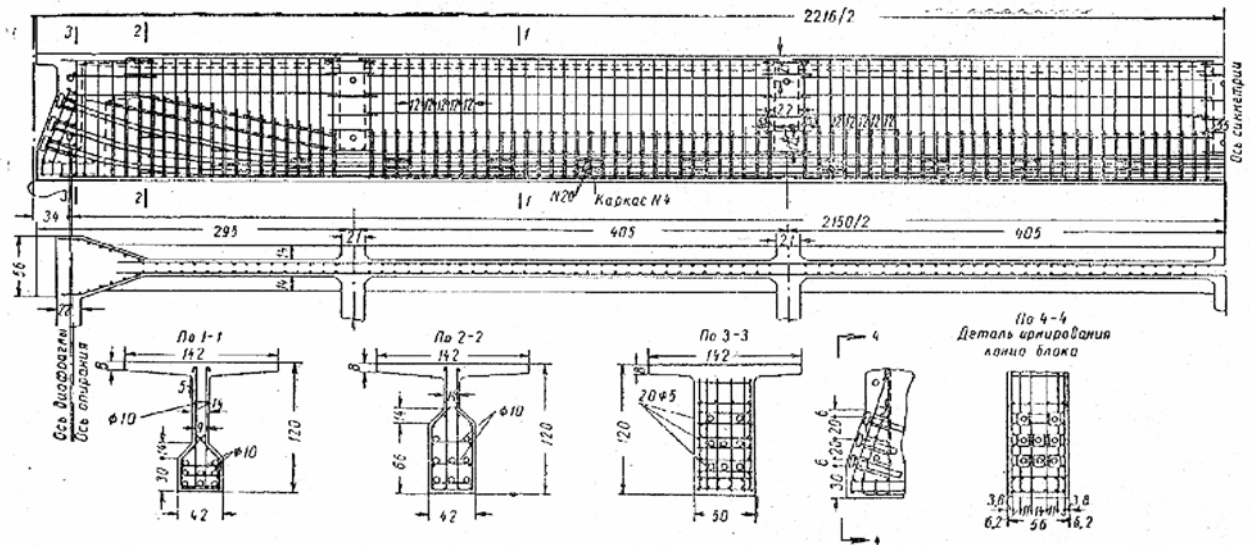


Рис. 3. Конструкція попередньо напружених балок збірних каркасно-ребристих прольотних будов

Основними дефектами балок цього типу є втрата попереднього напруження внаслідок продавлювання бетону під анкерами, напружених арматурних пучків, неконтрольованого зусилля натягу арматури, проковзування кінців дротів в анкерах, підвищених повзучості і усадження бетону малої міцності і щільності, корозія арматури з високоміцного дроту діаметром 3–5 мм внаслідок неякісного ін'єктування каналів. Усе це призводить до їх крихкого розриву.

3. Прольотні будови з попередньо напружених струнобетонних балок, армованих пакетами із струн з високоміцного дроту діаметром 3–5 мм з одночасним натягом пакета з 50–80 дротів до бетонування на упори силового стенда (рис. 4).

Основними дефектами цих балок є: недостатня товщина захисного шару бетону внаслідок зміщення пакета арматури при натягу, через що арматура потрапляє в зону карбонізації бетону, кородує і крихко розривається (до 20 % струн); розриви стикових накладок діафрагм такі самі, як і в прольотних будовах першого типу.

Обстеження підтверджують незадовільний стан описаних типів прольотних будов. Тому виникає серйозна проблема подальшої експлуатації 70–75 % залізобетонних прольотних будов, складених з балок означених типів. Вирішення проблеми вбачається у відновленні експлуатаційних показників згідно з вимогами чинних норм проектування мостів ремонтом і реконструкцією на основі об'єктивної оцінки технічного стану, несучої здатності за умови використання матеріалів відповідної якості і дотримання жорстких технологічних режимів виконання робіт.

3. Ремонт існуючих мостів з використанням комплексних ремонтних систем

Під час проектування ремонтних робіт основною умовою є використання матеріалів відповідної якості виробництва вітчизняних або зарубіжних фірм за обов'язкового дотримання технологічних вимог виробника.

В основу вибору ремонтних матеріалів покладено принцип об'єктивних економічних розрахунків, під час виконання яких в умовах ринкового господарства ціна ремонтних систем (ціна+технологія) віднесена до гарантованого міжремонтного періоду експлуатації. Досвід застосування ремонтних систем відомих міжнародних фірм [2, 3] показує, що здебільшого дороги, але високоякісні матеріали є більш рентабельними, ніж дешеві матеріали і технології. У цьому випадку терміни виконання робіт і період беззатратної експлуатації є найважливішим економічним фактором. Для умов України ще потрібно розробити об'єктивну методику економічних розрахунків, що за обмежених фінансових можливостей дасть змогу раціонально використовувати кошти на ремонт і обґрунтованіше визначити кількість ремонтів об'єктів за умови забезпечення високоякісного ремонту, який гарантує тривалий (десять років) післяремонтний період беззатратної експлуатації.

Основні групи ремонтних матеріалів, які застосовують під час ремонтів мостів: для приготування високоякісних бетонних сумішей (суперпластифікатори, аераційні засоби, добавки різного призначення); для ремонту і відновлення поверхонь (бетони і розчини для торкретування, заповнення раковин, ін'єктування тріщин, репрофіляції поверхонь); для антикорозійного захисту арматури (покриття з інгібіторами корозії); для захисту відремонтованих бетонних поверхонь, а також існуючих поверхонь від карбонізації та агресивних впливів зовнішнього середовища; для якісної ізоляції проїзної частини і тротуарів.

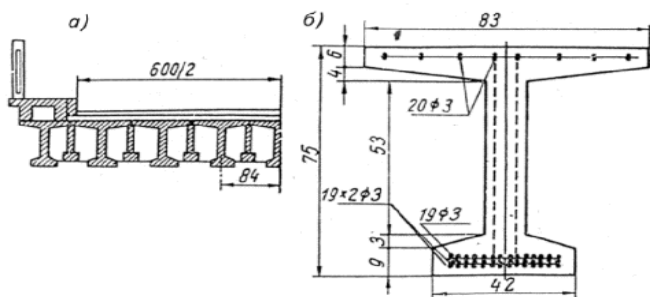


Рис. 4. Прольотна будова із струнобетонних попередньо напружених балок:
а – поперечний переріз;
б – переріз балок з розташуванням струн

Основні види ремонтних робіт: видалення зруйнованих і прокородованих шарів бетону; відкриття арматури; піскоструменеве очищення арматури; піскоструменева обробка відновлюваних поверхонь бетону; нанесення на поверхню арматури антикорозійного покриття; нанесення ремонтних матеріалів; антикорозійний захист відновлених і існуючих бетонних поверхонь.

Сьогодні для виконання якісного ремонту в найбільшій кількості застосовують високоякісні матеріали

всесвітньо відомих фірм: Sika, Gemite Product inc. тощо. На рис. 5, як приклад, показано застосування ремонтних систем Sika під час виконання комплексу ремонтних і відновлювальних робіт з ліквідації пошкоджень і дефектів прольотних будов і опор, а також їх захисту від агресивних впливів зовнішнього середовища та можливої корозії в процесі майбутньої експлуатації під час реконструкції шляхопроводу з розширенням прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою з одночасним підсиленням крайніх балок наклеюванням стрічок CFRP за технологією фірми Sika [4]. На різних ділянках конструкцій залежно від стану поверхонь, складності дефектів і потреб поверхневого захисту використані різні групи матеріалів із загальної схеми, показаної на рис. 5.

На рис. 6, а показано стан конструкцій монолітної залізобетонної прольотної будови (вузол примикання другорядної балки до головної) моста довоєнної побудови зі значними корозійними пошкодженнями бетону і оголеної робочої арматури і вигляд цієї ж прольотної будови після ремонту (рис. 6, б) з застосуванням ремонтних і захисних матеріалів фірми Gemite.

Проведена апробація на окремих об'єктах застосування цих матеріалів і технологій ремонту показала, що вони є ефективними, доступними за вартістю і можуть знайти широке застосування в Україні, насамперед через простоту виконання робіт, а також з зауваги на велику кількість мостів, які сьогодні потребують ремонту.

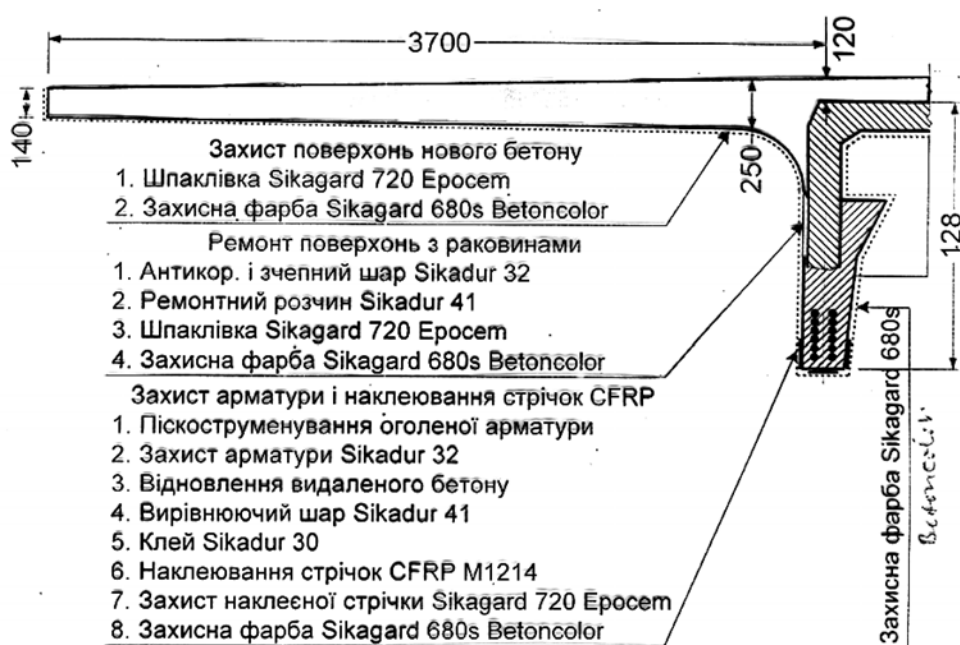


Рис. 5. Схема відновлення і захисту поверхонь реконструйованої прольотної будови ремонтною системою фірми Sika

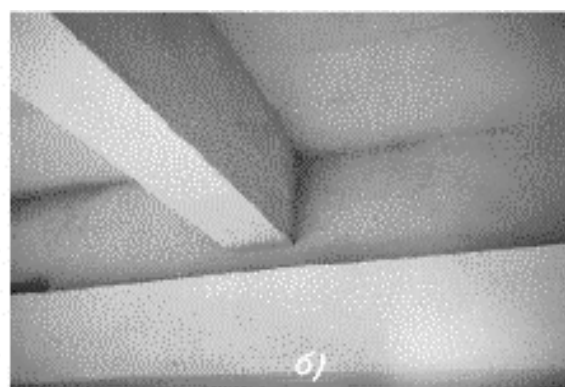
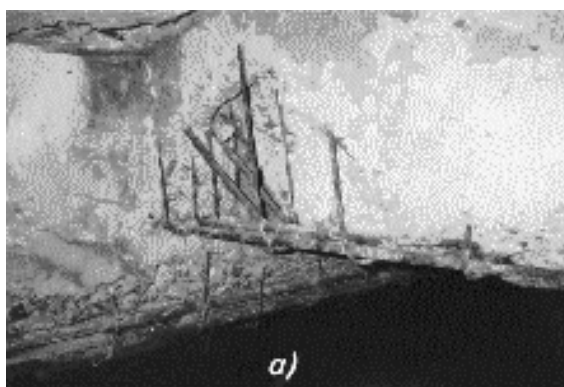


Рис. 6. Стан конструкцій монолітної залізобетонної прольотної будови до (а) і після (б) ремонту матеріалами фірми Gemite (вигляд знизу на вузол примикання поперечної балки до головної)

4. Принципи і способи реконструкції мостів

Способи реконструкції прольотних будов та умови їх застосування регламентовані відомчим нормативним документом ВСН 51-88 [5], розробленим передусім науковими колективами України, Росії, Білорусії. Згідно з його вимогами можуть бути такі види реконструкції:

- розширення прольотних будов за достатньої несучої здатності існуючих конструкцій. У цьому випадку необхідну ширину моста визначають за перспективною категорією дороги;
- розширення проїзної частини з одночасним підсиленням старих конструкцій;
- підсилення елементів моста без розширення прольотної будови;
- часткова або повна заміна прольотних будов, перебудова моста.

Реконструкцію, як правило, виконують комплексно: розширення, підсилення, покращання комфортності і безпеки руху. Обов'язковою є реконструкція елементів комплексу проїзної частини – заміна або ремонт гідроізоляції, водовідведення, тротуарів, деформаційних швів, опорних частин, огорожень і в'їздів.

5. Розширення і підсилення прольотних будов

Одним з проблемних питань реконструкції мостів в Україні є розширення проїзної частини для приведення її до сучасних транспортних потреб за умови інтенсивності, безпеки і комфортності руху.

Вибір схем розширення мостів під час розробки проектів їх реконструкції залежить від багатьох чинників і насамперед від фактичного стану прольотних будов, наявності дефектів, типу конструкції прольотної будови, розмірів розширення. Залежно від поєднання цих чинників можливі декілька базових схем розширення (рис. 7), які відрізняються між собою як принциповими технічними рішеннями, так і конструкцією вузлів об'єднання елементів. До них відносять: розширення перестановкою тротуарних блоків 3 на добетоновану консоль 2 крайньої балки (рис. 7, б); винесення пішохідного руху за межі моста (рис. 7, в); симетричною або односторонньою добудовою додаткових елементів 4, 5 з відповідним розширенням опор (рис. 7, г, д, е, ж); залізобетонною накладною плитою 9 без розширення опор (рис. 7, з); комбінованим способом – накладною плитою 9 і добудованими елементами 9, 10 з незначним розширенням верху опор (рис. 7, к, л).

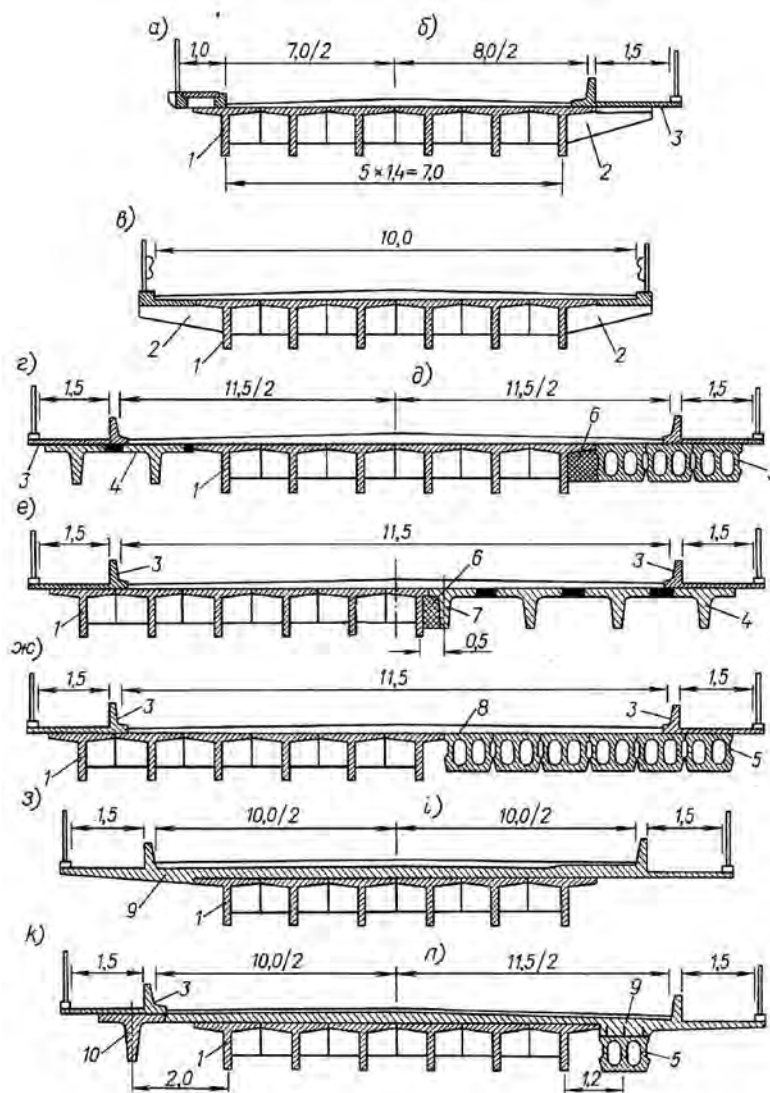


Рис. 7. Базові способи розширення ребристих прольотних будов:
 а – існуюча прольотна будова; б – розширення перестановкою тротуарного блока;
 в – винесення пішохідного руху за межі моста; г, д – розширення двосторонньою добудовою
 ребристих або плитних елементів; е, ж – одностороннє розширення ребристими
 або плитними елементами; з, і – розширення монолітною накладною плиткою з консолями;
 к, л – комбіновані способи розширення з розміщенням добудованих елементів
 з країв прольотної будови і впритул до існуючих балок;
 І – існуюча прольотна будова

Досвід реконструкції мостів, а також порівняльний аналіз конструктивних рішень і техніко-економічних показників свідчить про те, що найбільш ресурсоощадним і економічно ефективним є розширення різними типами монолітної, збірно-монолітної і збірної залізобетонної накладної плити, інколи з частковою реконструкцією існуючої прольотної будови, без розширення опор. У цьому напрямку, починаючи з 70-х років минулого сторіччя, проводяться науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи у Львівській політехніці. Розроблені, експериментально і теоретично обґрунтовані різні конструктивні рішення розширення і одночасного підсилення найбільш розповсюджених в Україні типів залізобетонних прольотних будов монолітною залізобетонною накладною плитою, показано на рис. 8 [6].

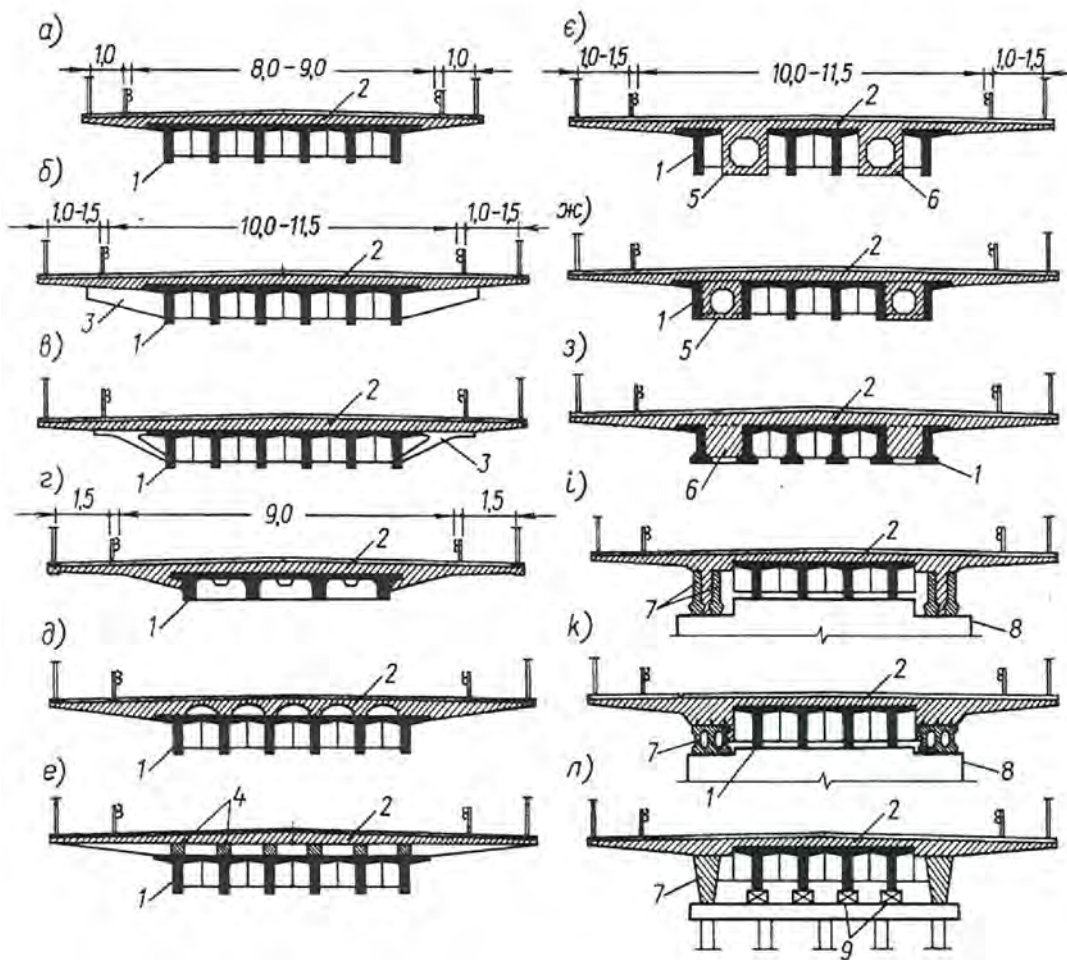


Рис. 8. Розширення прольотних будов монолітною залізобетонною накладною плитою:
 а – плоскою плитою; б, в – з підкріпленням консолей поперечними ребрами;
 г – зі змінною товщиною консолей; д – склепінчастою плитою; е – плитою з поздовжніми ребрами;
 є, ж, з – із заміною балок або ділянок плити між суміжними балками;
 і, к, л – із заміною крайніх балок (1 – балки існуючої прольотної будови;
 2 – монолітна залізобетонна накладна плита; 3 – поперечні ребра або кронштейни;
 4 – збірні призматичні балки; 5 – нові коробчасті елементи;
 б – суцільне вбетоноване ребро; 7 – нові збірні елементи;
 8 – підрізка існуючої опори; 9 – нові опорні столики)

Основна їх особливість полягає у застосуванні накладної плити для розширення вузьких мостів до 10–11,5 м з тротуарами 1,5–2,0 м і збільшенням довжини консолей до 4,0–4,5 м (рис. 8, а–е). Одним з напрямків розробок було створення нових способів розширення монолітною залізобетонною накладною плитою з частковою заміною існуючих балок новими монолітними (рис. 8, є, ж, з) або збірно-монолітними елементами (рис. 8, і, к, л) більшої несучої здатності.

Незважаючи на очевидну перевагу застосування монолітної накладної плити для розширення і підсилення прольотних будов, особливо за умови забезпечення надійної сумісної роботи елементів прольотної будови, можливостей перетворення її з розрізної в нерозрізну систему, забезпечення довговічності реконструйованої споруди, на замовлення містобудівельних організацій розроблені також конструктивні рішення розширення і підсилення прольотних будов збірно-монолітними і збірними накладними плитами (рис. 9), які за жорсткого дотримання технологій влаштування за експлуатаційними і техніко-економічними показниками не поступаються монолітним.

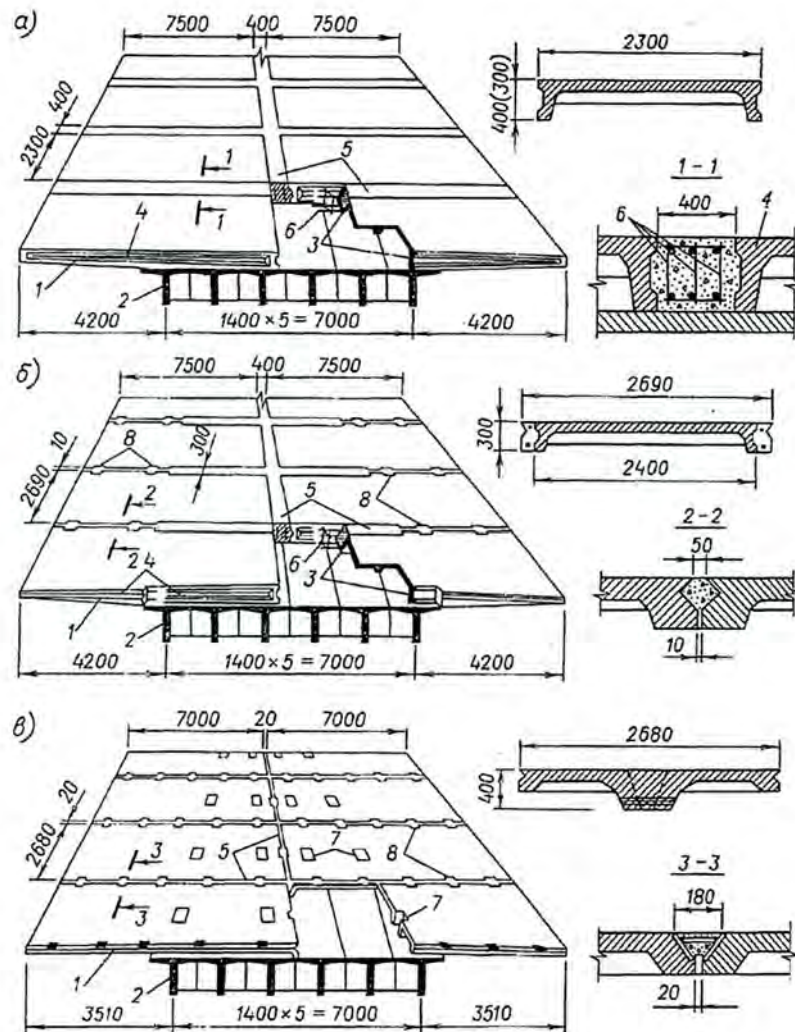


Рис. 9. Розширення прольотних будов збірно-монолітною (а, б) і збірною (в) залізобетонною ребристою накладною плитою:

- 1 – збірні блоки накладної плити; 2 – існуючі балки; 3 – контурні ребра накладних плит;
 4 – шпонкові заглиблення; 5 – поперечні і поздовжні шви замоноличення;
 6 – арматурні каркаси; 7 – прорізи в збірних накладних плитах;
 8 – об'єднання плит зварюванням закладних деталей

Розроблено конструктивні рішення з застосуванням трьох типів ребристих накладних плит: П-подібної збірно-монолітної з поперечними швами замоноличення на всю ширину прольотної будови (рис. 9, а), збірно-монолітної зі зменшеним об'ємом замоноличення швів і об'єднання на консолях зварюванням закладних деталей (рис. 9, б) і Т-подібної збірної з одним несучим ребром і додатковими контурними ребрами для об'єднання між собою зварюванням закладних деталей (рис. 9, в).

Ребриста накладна плита заввишки 30–40 см за приблизно однакової приведені товщини з плоскою (15–20 см) значно збільшує робочу висоту, а відповідно жорсткість і несучу здатність балок, компенсуючи збільшення зусиль від постійних і нової схеми найбільш невідгідного розташування тимчасових навантажень впоперек прольотної будови. Поперечні збірно-монолітні або збірні ребра накладних плит під час об'єднання їх з існуючими балками відіграють роль додаткових поперечних діафрагм, збільшуючи поперечну жорсткість прольотної будови, а також є підтримувальними ребрами для консолей накладної плити, що уможливує збільшення їх вильоту до 4–5 м.

Виконана реконструкція значної кількості мостів з застосуванням збірно-монолітної і збірної накладної плити, а також натурні випробування прольотних будов до та після розширення підтвердили ефективність включення накладної плити в сумісну роботу з існуючими балками для

досягнення необхідної їх несучої здатності, зменшення прогинів, збільшення поперечної жорсткості і покращання динамічних характеристик прольотної будови [7, 8]. Досягнуто також техніко-економічної ефективності, економії матеріалів, скорочення термінів реконструкції, що в умовах ринкової економіки має велике і вирішальне значення.

5. Приклади реконструкції мостових об'єктів

Наведемо декілька прикладів реконструкції мостів за проектами, розробленими науково-дослідною лабораторією з обстеження і реконструкції мостів НУ “Львівська політехніка” ГНДЛ-88 [9, 10]. Основним завданням реконструкції було розширення проїзної частини до габаритів, які відповідали технічній категорії дороги, з одночасним підсиленням балок прольотних будов. Під час розробки проектів реконструкції використано концептуальні схеми розширення прольотних будов монолітною залізобетонною накладною плитою, розроблені в НУ “Львівська політехніка”.

Існуючий міст побудований в період 1920–1930 рр. через гірський потік зі звивистим руслом в передгір'ї Карпат на місцевій дорозі в межах населеного пункту. Міст мав недостатній підмостовий отвір і не забезпечував пропуску повеневих вод, які часто переливались, перешкоджаючи нормальним умовам руху автотранспорту. Безпосередньо за мостом русло ріки має різку звивину і на довжині до 20,0 м проходить паралельно до осі дороги близько до відкосу насипу підходу, що призводить до його розмиву. За конструктивною схемою існуючий міст є однопрольотний завдовжки 8,8 м і з шириною проїзної частини 5,5 м без тротуарів. Прольотна будова з монолітного залізобетону балкова, перехресно-ребриста з однаковою висотою поздовжніх і поперечних балок 70 см, тобто за типом вона подібна до кесонного перекриття. Опори масивні, бетонні, прямокутного профілю заввишки 2,5–2,8 м. Фундаменти опор бетонні масивні на природній основі із зцементованого пісковику. Стан прольотної будови і опор задовільний і вони можуть бути використані під час реконструкції.

Прийняті конструктивні рішення реконструкції моста показано на рис. 10 [9]. Існуюча прольотна будова розширена до 9,0 м з двосторонніми тротуарами по 1,5 м, монолітною залізобетонною накладною плитою з консолями завдовжки 4,0 м (рис. 10, б). Накладна плита об'єднана з існуючими балками через плиту проїзної частини шпонковими з'єднаннями з жорсткою арматурою і армованим нижнім потовщенням з боку нижньої поверхні існуючої плити.

Підмостовий отвір збільшений добудовою додаткового прольоту завдовжки 7,8 м і місцевим розширенням русла в межах добудованого прольоту (рис. 10, а, в). Добудована прольотна будова збірно-монолітна зі збірних масивних балок і монолітної залізобетонної плити з двосторонніми консолями завдовжки 3,55 м. Для об'єднання балок з плитою використано гнучкі П-подібні арматурні анкери.

Для забезпечення необхідної ширини підходу на довжині 18 м вздовж русла ріки, яке за мостом проходить паралельно до існуючого полотна дороги, влаштовано односторонній балкон, консоль якого звисає над руслом ріки і слугує для розширення їздового полотна дороги і розміщення тротуару (рис. 10, а, г). Балконна частина влаштована у вигляді сталезалізобетонної конструкції, яка складається з поздовжньої металевій двотавровій балки завдовжки 18 м і заввишки 150 см, об'єднаної жорсткими анкерами із залізобетонною збірно-монолітною ребристою накладною плитою, виконаною за схемою рис. 9, а. Балка опирається на опору добудованого прольоту і буронабивну палю діаметром 100 см, влаштовану з протилежного боку балконної конструкції.

Балконна конструкція є продовженням реконструйованого моста з однаковими умовами руху транспорту і пішоходів. В розширеній прольотній будові і балконній конструкції влаштовано неперервну проїзну частину без деформаційних швів шляхом об'єднання монолітної залізобетонної плити над опорами в одну температурно-нерозрізну секцію.

Наступним об'єктом реконструкції був залізобетонний балковий розрізний чотирипрольотний міст за схемою 4×16,8 м з шириною проїзної частини 6,0 м і тротуарами по 0,75 м. (рис. 11, б), побудований в 1958–1959 рр. Прольотні будови усіх прольотів перехресно-ребристі із збірних типових залізобетонних балок, конструкцію яких показано на рис. 10.

Берегові опори – масивні бетонні стояни зі зворотними стінами, проміжні – масивні із монолітного бетону з конструктивним армуванням. Фундаменти опор масивні, мілкого закладання завглибшки до 3,0 м на природній скелястій основі. Опорні частини – металеві тангенціальні,

встановлені на підферменники опор. Над береговими і проміжними опорами влаштовано деформаційні шви закритого типу.

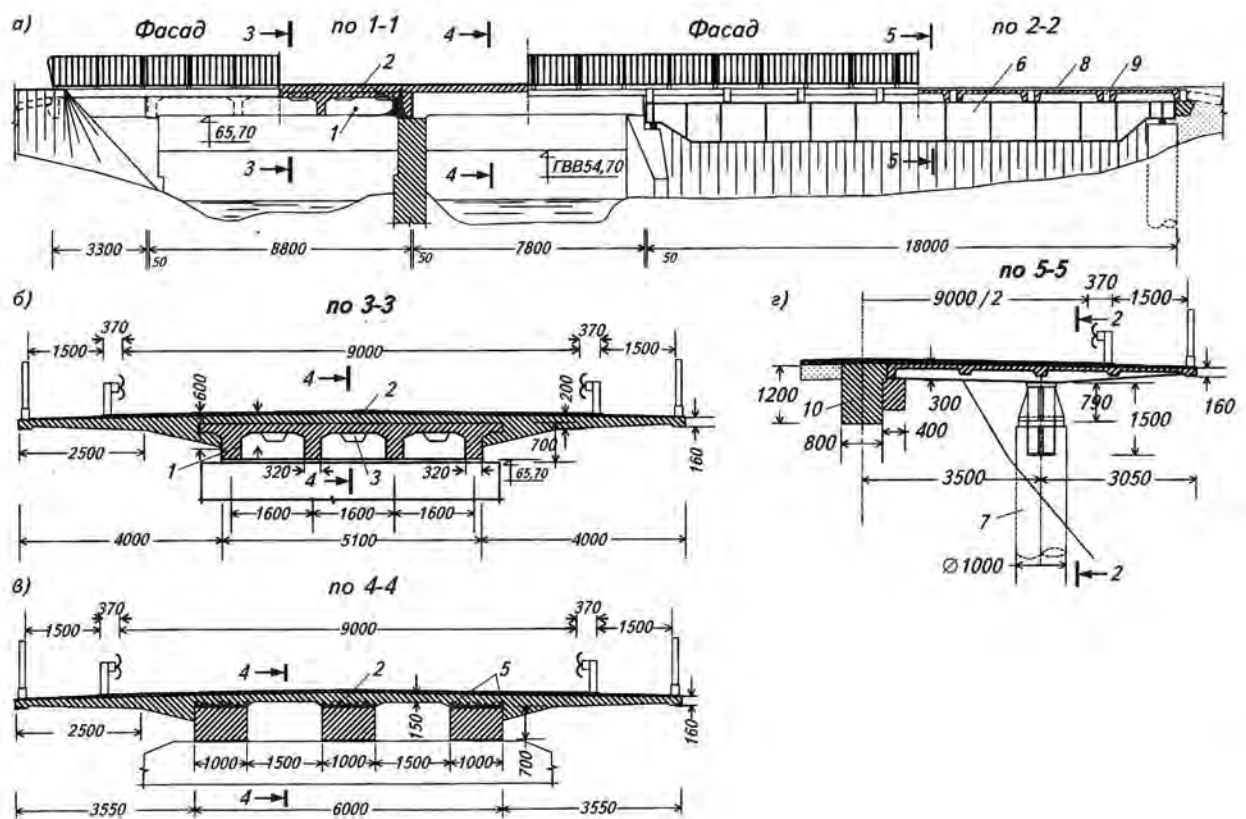


Рис. 10. Конструктивні рішення реконструкції моста:

- а – фасад і поздовжній перерізи; б, в – поперечні перерізи існуючої розширеної і добудованої прольотних будов; г – поперечний переріз балкона; 1 – існуюча прольотна будова; 2 – залізобетонна монолітна накладна плита з консолями; 3 – шпонкове з’єднання; 4 – збірні балки; 5 – арматури випуски; 6 – металева балка балкона; 7 – буронабивна паля; 8 – збірно-монолітна ребриста накладна плита; 9 – поперечні замонолічені шви; 10 – лежнева опора-противага

Реконструкція моста (рис. 11) [10] передбачала розширення прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою з консолями до ширини 8,0 м з одностороннім тротуаром в 1,0 м (рис. 11, а, в), розвантаження (підсилення) балок шляхом зміни статичної схеми і перетворення розрізної системи прольотних будов в нерозрізну (рис. 11, а, д), капітальний ремонт існуючих балок і захист відкритих поверхонь прольотних будов і опор від агресивної дії зовнішнього середовища для забезпечення довговічності і максимального збільшення міжремонтних періодів.

Монолітну залізобетонну плиту об’єднували з існуючими балками гнучкими арматурними анкерами. Нерозрізність над проміжними опорами створювали бетонуванням в проміжках між опорними діафрагмами суміжних балок потужних армованих опорних ребер 3, об’єднаних з накладною плитою, яку на приопорних ділянках для сприйняття опорного моменту додатково армували сітками. З цією ж метою між суміжними крайніми, найбільше навантаженими балками влаштовували нижню плиту стиску (рис. 11, д), яка разом з ребрами балок і верхньою плитою утворювала на цій ділянці коробчастий переріз балок, що, своєю чергою, значно збільшило поперечну жорсткість прольотної будови.

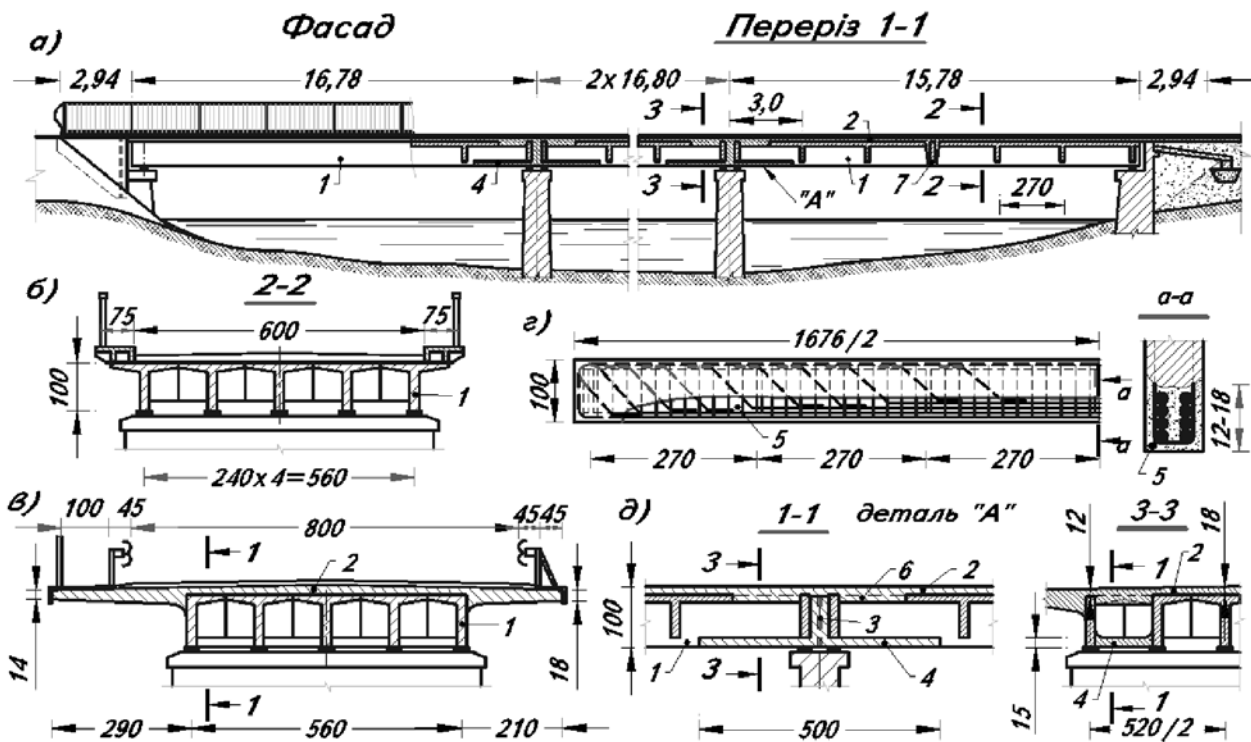


Рис. 11. Існуючий міст і конструктивні рішення його реконструкції:

а – фасад і поздовжній переріз; б, в – поперечні перерізи існуючої і розширеної прольотної будови; г – схема капітального ремонту крайніх балок; д – деталь надопорної ділянки прольотної будови при перетворенні її з розрізної в нерозрізну; 1 – існуюча прольотна будова; 2 – монолітна залізобетонна накладна плита; 3 – надопорне поперечне ребро; 4 – нижня плита стику; 5 – зона видалення слабого бетону і його повторного відновлення; 6 – видалена ділянка полиці існуючих балок; 7 – підсилена бетонуванням середня діафрагма

Мостове полотно та його облаштування відповідає сучасним вимогам. Обклеювальна гідроізоляція завтовшки 1 см з рулонного матеріалу “Testudo” на мастиці “Indewer” влаштована поверх відшліфованої поверхні плити. По гідроізоляції вкрито двошарове асфальтобетонне покриття завтовшки 10 см. На завершальній стадії реконструкції балки відремонтовані за технологією і матеріалами фірми Gemite, а відкриті поверхні прольотних будов, консолей накладної плити і опор розпилювачем покриті двома шарами захисного покриття Cem Kote St. цієї ж фірми.

Висновки:

1. Значна кількість прольотних будов мостів малих і середніх прольотів, побудованих в 1950–1960 рр. із збірних залізобетонних балок зі звичайною і попередньо напруженою арматурою за типовими проектами різних випусків має незадовільний стан і потребує серйозного ремонту. Крім того, більшість з них потребують розширення.

2. Вибір схем розширення мостів під час їх реконструкції залежить від фактичного стану прольотних будов, наявності дефектів, розмірів розширення, типу конструкцій прольотних будов. Для різного співвідношення вказаних чинників можливі свої базові схеми розширення, які відрізняються між собою принциповими технічними рішеннями.

3. Досвід реконструкції мостів в Україні показує, що найбільш економічним і ефективним є розширення як монолітних, так і збірних прольотних будов залізобетонною монолітною, збірно-монолітною або збірною накладною плитою з консолями без розширення опор. Їх застосування дає можливість розширити прольотну будову і одночасно підсилити балки, а також в комплексі вирішити інші питання реконструкції.

4. Виконана реконструкція мостів після тривалого періоду експлуатації з використанням для розширення залізобетонної монолітної накладної плити з консолями великої довжини підтвердила ефективність, технологічність і надійність прийнятих конструктивних рішень.

1. Матаров И.А., Смирнова Л.С., Шилина А.Л. Сборные железобетонные мосты с многорядной сварной арматурой. – М.: Автотрансиздат, 1959. – 186 с. 2. Radomski W. Nowe materialy w mostownictwie. XLV Konf. naukowa, KILiW PAN i KN PZITB “Problemy naukowo-badawcze budownictwa”. – Tom 6. – Wrocław-Krónica, 1999. – S. 281–302. 3. Biliszczuk J., Machelski C., Onysyk M., Węgrynjak M. Problemy rehabilitacji wiaduktów uszkodzonych na skutek uderzeń pojazdów. Konf. nauk.-techn. “Awary budowlane”. – Szezin-Międyzdroje, 1996. – S. 677–684. 4. Кваша В.Г., Мельник І.В., Климнуш М.Д. та ін. Підсилення при реконструкції залізобетонної прольотної будови автодорожнього моста приклеєними вуглепластиками: Зб. будівельні конструкції. – Кн. 2. – К., 2003. – Вип. 59. – С.114–171. 5. Инструкция по уширению автодорожных мостов и путепроводов. ВСН51-80. – М.: Транспорт, 1990. – 128 с. 6. Кваша В.Г. Розширення прольотних будов автодорожніх мостів монолітною залізобетонною накладною плитою: Зб. “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. – Рівне, 1999. – Вип.3. – С.140–145. 7. Кваша В.Г. Розширення і підсилення залізобетонних прольотних будов збірно-монолітною накладною плитою: Зб. “Архітектура і сільськогосподарське будівництво”. – Львів, 2000. – №1. – С.119–125. 8. Розширення збірних залізобетонних прольотних будов мостів з багаторядною каркасною арматурою залізобетонною накладною плитою: Зб. “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. – Рівне, 2000. – Вип.4. – С.205–212.

УДК 624.012

В.Г. Кваша, Б.Г. Гнідець

Національний університет “Львівська політехніка”

О.В. Панченко

Представництво “Sika-Poland” в Україні

ОДИН З ПЕРШИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ ЄВРОПИ, ЗБУДОВАНИЙ У ЛЬВОВІ

© Кваша В.Г., Гнідець Б.Г., Панченко О.В., 2006

Описано конструктивне рішення першого у Львові, збудованого в 1894 р. залізобетонного аркового містка, результати його обстеження, характер виявлених дефектів та загальний технічний стан, а також технологічну схему ремонтно-відновлюваних робіт і застосовані при цьому матеріали і технології.

The structural decision of the first is described in Lviv, built in 1894 the reinforced concrete arched bridge, results of his inspection, character of found out defects and common technical state, and also technological chart of the repair-restored works and materials and technologies are applied here.

Першою з відомих інженерних залізобетонних споруд у Львові був арковий плиткий місток пішохідного типу, побудований в 1894 р. на території Львівської політехніки, як експонат регіональної (краєвої) виставки, яка в той час відбувалась у Львові [1, 2]. Він має прольот 11,05 м, ширину – 2,5 м, товщину плити в ключі – 10 см, в п'яті – 12 см (рис. 1).