

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ

CURRENT STATE OF THE PROBLEM OF RECONSTRUCTION OF HIGHWAY BRIDGES

Яо Сінь, аспірант, Шуляр Р.А., ст. викладач, Салійчук Л.В., к.т.н., зав. лаб., Кваша В.Г., д.т.н., проф. (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів)

Yao Xin, PhD student, Shulyar R.A. senior teacher, Saliychuk L.V., candidate of technical sciences, head of laboratory. Kvasha V.G., doctor of technical sciences, Professor., (National University Lviv Polytechnic, Lviv)

Описані конструктивно-технологічні рішення декількох найбільш розповсюджених типів збірних залізобетонних мостів, збудованих у великій кількості за першими типовими проектами в 50-60 рр. минулого сторіччя під час переорієнтації будівельної галузі країни на масове застосування збірного залізобетону. Серед них: збірні перехресно-ребристі (діафрагмові) прольотні будови з багаторядною каркасною арматурою за ТП вип. 56; плитно-ребристі (бездіафрагмові), розроблені ПІ «Союздорпроект» в 1962 р. як вдосконалення ТП вип. 56 (ТП вип. 56д-доповнення 1962 р.); розроблені в УкрдортрансНДІ (ДерждорНДІ) прольотні будови із збірних залізобетонних попередньо напружених струнобетонних балок. Представлена загальна характеристика цих типів прольотних будов, їх переваги і недоліки, номенклатура основних дефектів та пошкоджень, як результат незадовільної експлуатації, а також умови і можливості їх використання під час реконструкції і подальшої експлуатації після неї.

В проблемі проектування реконструкції мостів існує повний безлад. Низькокваліфіковані, але дешеві проектувальники, не маючи досвіду проектування реконструкції, під титулом «Реконструкція» без будь-яких техніко-економічних обґрунтувань проектують повну перебудову моста за зовсім іншою конструктивною схемою та із застосуванням зовсім інших конструкцій, що тягне за собою збільшення вартості у 3-3,5 рази порівняно з реконструкцією за умови подальшого використання існуючих конструкцій в реконструйованій споруді. Це недопустимо. Перебудова моста за іншою конструктивною схемою не повинна вважатись реконструкцією, а новим будівництвом. Для типових прольотних будов необхідно розробити типові проекти реконструкції з економічно ефективними конструктивними рішеннями.

Описана досить ефективна і відносно малозатратна система реконструкції мостів, розроблена і опрацьована в ГНДЛ-88 та впроваджена на багатьох об'єктах реконструкції. Її суть зводиться до розширення прольотних будов монолітною або збірно-монолітною залізобетонною накладною плитою з великими консольними звисами до 3,5...4,0 м та одночасним підсиленням балок зміною їх статичної схеми з розрізної на нерозрізну або повністю защемлену на опорах.

Проблеми реконструкції мостів потрібно вирішувати комплексно за неперервного інвестиційного процесу: проект реконструкції, проект виконання реконструкції, проект майбутньої експлуатації після реконструкції.

The article describes structural and technological solutions of the most commonly used type of reinforced concrete bridges, which have been massively constructed using typical designs of 1950-60s, the age of construction industry reorientation towards prefabricated concrete construction. Among those systems are: prefabricated cross-ribbed (diafragme) spanning constructions with multi lined framing rebars - Typical Project, TP'56; ribbed slabs (non-diafragme), designed by PI "Souzdorproekt" in 1962 as improved TP '62 (TP '56d - with additions in 1962); spanning structures of prefabricated prestressed concrete string-shaped beams, designed by "Ukrderzhdor" NDI ("Derzhdor" NDI). The article shows an overall characteristics of those spanning construction types, their advantages and disadvantages, track record of their common defects and damages caused by pour exploitation, as well as conditions and opportunities to use them during reconstruction and further exploitation.

There is a disorder in the question of bridge reconstruction and design. Underqualified and inexpensive designs having no experience in reconstruction projects as well as technical or economic justification, by calling a project a "Reconstruction" mean a complete rebuilding of a bridge using completely different structural scheme and building systems. This leads to 3-3.5 times budget increase in comparison to the reconstruction by prolonging an existing structure lifespan. This is not a good strategy. Introducing a brand new structure to the existing bridge can not be called a reconstruction. It's a new construction. The spanning structures need new typical reconstruction projects to be developed featuring cost effective solutions.

The proposed system for bridge reconstruction is efficient and relatively cost effective. Designed and tested by HNDL-88 it's also been implemented in multiple cases of bridge reconstruction. In essence it is a widening of the existing structure by overlapping it with prefabricated concrete topping slab which has wide side overhangs of about 3.5-4 meters, combined with existing

beams additional reinforcement and their static scheme alteration from dissectional to non-dissectional or completely fixed to the supporting pillars.

The problem of bridge reconstructions need to be addressed in a holistic way with a consistent investment, with the following phase: reconstruction project, reconstruction process planning, and further exploitation plan.

Ключові слова: збірні балкові залізобетонні мости, прольотні будови, розширення і підсилення консольні звіси.

Prefabricated beams reinforced concrete bridges, span structures, expansion and strengthening, cantilevers.

Сутність проблеми. Мета роботи. Реконструкцію мостів, як об'єктивно обумовлений процес відновлення втрачених за період експлуатації властивостей споруди і приведення її експлуатаційного стану у відповідність з потребами автотранспорту, розглядають як комплексну багатопланову, яка охоплює декілька окремих напрямків експериментально-теоретичних досліджень і конструкторських розробок, рівень виконання кожного з яких в цілому обумовлює досягнення кінцевої мети - модернізації експлуатованої тривалий час споруди, забезпечення її пропускну і несучої здатності, довговічності і надійності в роботі, безпеки і комфортності руху. Складність цієї проблеми обумовлена специфікою проектування, будівництва і експлуатації, а також одночасним існуванням на мережі автомобільних доріг мостів, запроектованих і побудованих на протязі декількох десятиріч за різними нормативними документами з різними вимогами до основних експлуатаційних параметрів – габариту проїзду і нормованих тимчасових навантажень.

Реконструкція автодорожних мостів старої побудови як технічна і наукова проблема мостобудування стала особливо актуальною після введення в дію норм проектування мостів СНиП 2.05.03-84, в яких порівняно з попередніми кардинально змінені вимоги до фундаментальної тріади експлуатаційних показників і споживчих властивостей мостової споруди – вантажопідйомності, пропускну здатності, безпеки і комфортності руху транспортних засобів і пішоходів, що відобразилось у прийнятті нових, наближених до європейських норм збільшених нормованих тимчасових навантажень А11 і НК-80 (пізніше у нормах України А15 і НК-100), а також введенням до складу габаритів смуг безпеки і, як наслідок, призвело до збільшення нормованих габаритів. Якщо за старими нормами їх призначали залежно від довжини моста (за принципом довший міст – вужчий габарит) і на дорозі однієї категорії могли бути мости різних габаритів – 6,7,8 м і тротуарами 0,75...1,0 м, то за новими вимогами усунуто залежність габариту від довжини моста, а загальна ширина для найбільш розповсюджених доріг II і III-ї технічних категорій збільшилась, відповідно до 10,5 і 9,0 м, а ширина тротуарів – до 1,0...1,5 м. Зазначені зміни нормованих вимог до нормативних

тимчасових навантажень і габаритів призвели до того, що переважна більшість мостів, збудованих за останні 40-50 років перейшли в категорію не відповідаючих транспортно-експлуатаційним вимогам за вантажопідйомністю, пропускною здатністю, безпекою і комфортністю руху, тобто, по-суті, всі вони стали потребувати часткової чи повної реконструкції. Тому, зважаючи на загальнодержавну актуальність проблеми, ця публікація мала на меті зосередити увагу в першу чергу державних органів, відповідальних за стан мостів, та фахівців-мостовиків до аналізу, оцінки і узагальнення сучасного її стану, наявних недоліків і помилок проектування реконструкції та можливих шляхів хоча б часткового її вирішення на даний час і на перспективу.

Характеристика збірних залізобетонних прольотних будов мостів масового будівництва. Досвід обстеження і аналізу експлуатаційного стану значної кількості мостів [3...6,8...10] свідчить, що серед різноманіття наявних мостів за типами і конструктивними особливостями прольотних будов існує декілька найбільш розповсюджених типів збірних залізобетонних мостів, збудованих за першими типовими проектами в період 50-60 рр. минулого сторіччя під час і після переорієнтації будівельної галузі країни на масове застосування збірного залізобетону.

В першу чергу це збудовані у великій кількості мости із збірними залізобетонними прольотними будовами за розробленим в ПП «Союздорпроект» першим і єдиним на той час типовим проектом ТП вип. 56 [3,6,9,11]. Типорозміри прольотних будов прийняті для перекриття прольотів у світлі 7,5; 10,0; 15,0 і 20,0 м (довжина балок відповідно 8,66; 11,36; 14,06; 16,26 і 22,16 м).

Габарити проїзної частини Г-6, Г-7, Г-8 з тротуарами по 0,75 і 1,5 м. Всі типи прольотних будов зібрані з балок таврового перерізу різної висоти залежно від довжини прольоту. Необхідний габарит створюють відповідною кількістю балок, відстань між якими поперек прольоту для всіх типорозмірів прольотних будов залишається уніфікованою 1,4 м. Прольотні будови запроектовані у двох підваріантах – на нормовані тимчасові навантаження Н-13, НГ-60 і Н-18, НК-80. Причому, для обох тимчасових навантажень прийняті однакові розміри балок, а різна їх несуча здатність коригувалася зміною кількості робочої арматури і класу бетону. Ці мости будували за найбільш простою розрізною статичною схемою та такими ж простими і недовговічними з'єднаннями балок поперек прольоту лише в площинах поперечних діафрагм зварюванням верхніх і нижніх закладних деталей суміжних півдіафрагм стиковими накладками, а також із застосуванням недовговічних деформаційних швів закритого типу з компенсаторами із звичайної бляхи.

Не дивлячись на загальний незадовільний стан, незабезпечену нормовану вантажопідйомність, недостатній габарит їздового полотна, перевищення нормованого терміну експлуатації більше ніж у 2-2,5 рази вони продовжують

експлуатуватись у вкрай несприятливих умовах збільшення ваги транспортних засобів та інтенсивності руху.

Наступний тип широко розповсюджених мостів – це так звані збірні бездіафрагмові плитно-ребристі прольотні будови для автодорожніх мостів малих і середніх прольотів, що були розроблені ПІ «Союздорпроект» в 1962 р. як розвиток першого типового проекту збірних балкових діафрагмових прольотних будов з багаторядною зварною каркасною арматурою ТП вип. 56 (вип. 56д, доповнення 1962 р.) [3,6,10] для перекриття прольотів у світлі 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 м при повній довжині балок 8,66; 11,36; 14,06; 16,76 м і габаритів мостового полотна Г-7; Г-8; Г-9; Г-10,5 з тротуарами 1,0 і 1,5 м (рис. 1,б). Нормовані тимчасові навантаження Н-30 і НК-80.

На думку розробників цього типу прольотних будов їх основною перевагою перед попередніми є якраз і відсутність діафрагм, що значно спрощує технологію виготовлення і монтажу балок і їх об'єднання поперек прольоту в просторову систему прольотної будови тільки за допомогою поздовжнього замоноличення стика в межах товщини полицки з петлевими випусками арматури. Відмічені переваги і обумовили успішне багаторічне застосування цих прольотних будов у вітчизняному мостобудуванні.

Однією з основних конструктивних особливостей цих прольотних будов є суміщення функцій полиці таврових балок, яка у їх перерізі є стиснутою зоною і одночасно грає роль такого відповідального конструктивного елемента прольотної будови як плита мостового полотна. Вона безпосередньо сприймає тимчасові навантаження і розподіляє їх між балками, забезпечуючи просторову роботу прольотної будови, і поперек прольоту працює на згин як багатопрольотна гнучка нерозрізна плита на пружно осідаючих опорах, якими є поздовжні ребра балок.

Другою важливою конструктивною особливістю є спосіб об'єднання балок поперек прольоту у межах товщини полиці поздовжніми замоноличеними стиками шириною 36 см з петлевими випусками арматури. Від їх працездатності залежить забезпечення просторової роботи бездіафрагмових прольотних будов і передбачений проектом розподіл зусиль між балками, а також їх несуча здатність і довговічність.

Однак, з точки зору розподілу зусиль стик розташований у найбільш несприятливій зоні – в середині прольоту плити між ребрами суміжних балок, де виникають максимальні згинальні моменти, які, в залежності від розташування тимчасового навантаження (на лівій чи правій частині поперечника прольотної будови), в одному і тому ж стикі можуть бути як додатніми, так і від'ємними, тобто стик працює на витривалість в режимі двозначного циклу (плюс-мінус) зміни зусиль.

Основним дефектом бездіафрагмових прольотних будов є незадовільний стан поздовжніх замоноличених стиків. Знакозмінна дія зусиль в стикі одночасно з корозійними явищами і, як правило, неякісним бетонуванням стиків (бетон недостатньої міцності і щільності) призводить до того, що

переважна більшість таких стиків в існуючих бездіафрагмових прольотних будов через незадовільний стан гідроізоляції і виникнення наскрізних тріщин протікають, що в результаті приводить їх до часткового або навіть повного руйнування [10]. Одночасно з корозійними явищами на передчасне руйнування стиків впливає їх низька межа витривалості в режимі знакозмінного (плюс-мінус) циклу і динамічної дії навантаження. В результаті порушується надійне об'єднання балок поперек прольоту і в цілому не забезпечується просторова робота прольотної будови.

Самі збірні балки, виготовлені в заводських умовах в металевих опалубках, значних дефектів, які би впливали на їх несучу здатність, не мають і можуть бути використаними для подальшої експлуатації, а також при реконструкції.

У наш час більшість з них мають недостатній габарит мостового полотна, не забезпечену вантажопідйомність, безпеку і комфортність руху і потребу в реконструкції з розширенням і підсиленням та забезпеченням після реконструкції нормованого терміну експлуатації, співмірного з новозбудованими мостами.

В мостобудівництві України для перекриття малих і середніх прольотів набули широкого розповсюдження розроблені в УкрдортрансНДІ (пізніше ДерждорНДІ) прольотні будови з прольотами в світлі 10, 15, 20 м і габаритами Г-6; Г-7; Г-8 із збірних залізобетонних попередньо напружених струнобетонних двотаврових балок довжиною 11,36; 16,76; і 22,16 м, армованих попередньо напруженою арматурою з високоміцного дроту діаметром 3...5 мм у вигляді пакету натягнутих на упори струн, розміщених в перерізі балки попарно [3,5].

На даний час в окремих регіонах України кількість мостів з прольотними будовами із струнобетонних балок складає 20...30 % і більше.

Прольотні будови із збірних струнобетонних балок мають ряд конструктивних особливостей, які істотно впливають на їх експлуатаційний стан після тривалого періоду експлуатації, а також визначають об'єктивні принципи оцінки їх технічного стану.

За армування струнами з високоміцного дроту діаметром 3...5 мм часто через зміщення пакету дротів при натягу зовнішні ряди струн мають товщину захисного шару 10...12 мм, тобто попадають в зону карбонізації і інтенсивно кородують. Супровідними причинами корозії може бути недостатня щільність захисного шару, а також ніздрюватості і раковини при порушенні технології укладання бетонної суміші в межах нижньої полиці балки, насиченої струнами напруженої арматури. Слід також мати на увазі, що ступінь корозійної стійкості високоміцного дроту діаметром 3...5 мм є низьким внаслідок чутливості цього виду арматури навіть до точкової корозії. Тому процес корозії натягнутих струн проходить досить інтенсивно і, як правило, закінчується їх розривом [3.5].

Тонкостінний переріз балок, мала їх вага призводять до великої хиткості і незадовільних динамічних характеристик. Динамічні випробування прольотних будов [3] показали, що в діапазоні швидкостей транспорту 25...40 км/год (що є характерним для вузьких мостів) має місце збіжність частот власних і вимушених коливань. Тобто коливання балок проходять в резонансному режимі за близьких до максимальних амплітуд коливань і динамічних коефіцієнтах.

Наявність дефектів покриття проїзної частини призводить до різкого зростання амплітуд коливань і динамічних коефіцієнтів. Наприклад, на одній з випробуваних прольотних будов з вибоїнами в покритті глибиною 5...8 см амплітуда коливань крайньої балки зростає в 4,3 рази, а динамічний коефіцієнт в 1,9 рази [3,5].

Як показує досвід експлуатації і результати обстежень, більшість мостів цього типу потребує ремонту або реконструкції (розширення габариту, підсилення окремих несучих елементів прольотних будов і опор, заміни або ремонту комплексу проїзної частини і покриття, гідроізоляції, водовідведення, бар'єрних огорожень, деформаційних швів), підвищення надійності та довговічності, покращення умов руху та його безпеки. Тому для забезпечення нормальних умов подальшої експлуатації мостів із струнобетонними прольотними будовами необхідне розроблення ефективної системи їх утримання, ремонту та реконструкції.

Правила і способи реконструкції мостів. Виконані науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи дали можливість у певній мірі науково обґрунтувати і сформулювати основні концепції і принципи реконструкції мостових об'єктів, а також розробити базові способи розширення прольотних будов з відповідним техніко-економічним обґрунтуванням їх доцільності і економічної ефективності.

В Україні за результатами теоретичних і експериментальних робіт Укрремдорпроекту, ДерждорНДІ, КАДІ, і з урахуванням досвіду експлуатації розширених мостів в 1981 р. уперше розроблені рекомендації ВР 218 (Временные рекомендации по проектированию уширения автодорожных мостов. ВР 218 УССР. Рекомендованы секцией строит. автодорог и искусств. соор. НТС Миндорстроя УССР 04.04.80.-К.,1979.-52с) з проектування розширення автодорожних мостів.

Установлені такі види реконструкції:

- розширення прольотних будов за достатньої несучої здатності існуючих конструкцій (новий габарит назначають за перспективною технічною 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.

Розширення , як правило, виконують з максимально можливим використанням існуючих конструкцій в комплексі з іншими видами реконструкції: підсиленням, покращенням комфортності і забезпеченням безпеки руху. Обов'язковою є реконструкція елементів комплексу мостового полотна: заміна або ремонт гідроізоляції, водовідведення, тротуарів, деформаційних швів, опорних частин, перил, огорожень безпеки і в'їзду на міст.

Одним з проблемних питань реконструкції мостів є розширення проїзної частини для приведення її до сучасних транспортних потреб.

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.1), 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.1,б); винесення пішохідного руху за межі моста (рис.1,в); симетричною або односторонньою добудовою додаткових елементів 4,5 з відповідним розширенням опор (рис.1,г,д,е,ж); залізобетонною накладною плитою 9 без розширення опор (рис.1,з); комбінованим способом – накладною плитою 9 і добудованими елементами 9,10 з незначним розширенням верху опор (рис.1,к,л).

Проектування реконструкції. Досить ефективна і на рідкість влучна характеристика існуючої системи будівельного проектування подана в роботі [2]. Наведемо її майже дослівно: «У теперішній час культура проектування... недосить висока. Замовники проектів з метою заощадження коштів шукають дешевого проектувальника і знаходять його здебільшого серед малокваліфікованих. У результаті з'являються робочі креслення, які завдають багато проблем і замовникам і виконавцям, а в гіршому випадку конструкція виявляється непридатною для використання. Більш кваліфіковані проектувальники працюють за принципом «які гроші – такий товар» і видають спрощені конструктивні рішення з великими запасами. Питання щодо економічності проекту, раціонального використання природних, енергетичних, трудових ресурсів, охорони довкілля тощо залишається поза увагою». І далі: «Відомо, що заощаджувати кошти треба не на проектних роботах, а на будівельному об'єкті. Є сенс переплатити проектувальнику, але отримати від нього хороший, ретельно виконаний проект. Адже зайва гривня, вкладена у проект, за сприятливих обставин на 20-30 гривень зменшує вартість конструкції».

Нажаль, проектування реконструкції мостів не є виключенням з наданої характеристики чинної системи будівельного проектування, а навпаки повністю їй відповідає. Проектування реконструкції моста як особливої форми відновлення втрачених під час тривалої експлуатації функціональних і

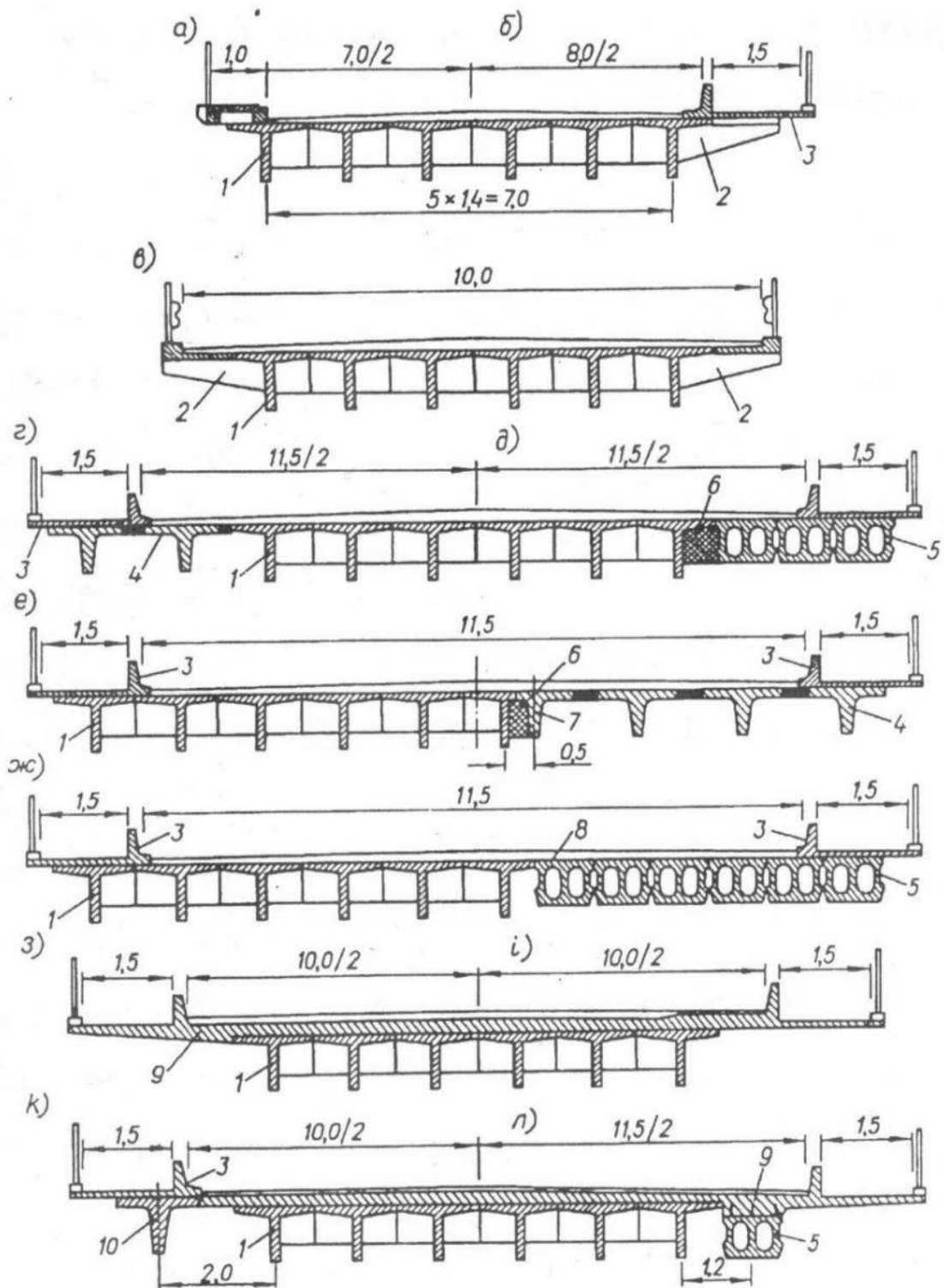


Рис.1. Базові способи розширення ребристих прольотних будов:
 а – існуюча прольотна будова; б – розширення перестановкою тротуарного блока;
 в – винесення пішохідного руху за межі моста; г, д – розширення двосторонньою
 добудовою ребристих або плитних елементів; е, ж – однобічне розширення
 ребристими або плитними елементами; з, і – розширення монолітною накладною
 плитою з консолями; к, л – комбіновані способи розширення і розміщення
 добудованих елементів з країв прольотної будови і впритул до існуючих балок;
 1 – існуюча прольотна будова

споживчих властивостей, значно складніше і відповідальніше порівняно з проектуванням нового будівництва (особливо за застосування в останньому типових проектів), оскільки, як правило, виникає необхідність прийняття та обґрунтування індивідуальних конструктивно-технологічних рішень, зокрема ефективного поєднання нових і наявних елементів для спільної роботи в реконструйованій споруді та вирішувати багато інших питань залежно від типу та фізичного стану наявного моста. Крім того відтворена мостова споруда повинна задовольняти певним умовам ефективності. По-перше, реконструкцію можна вважати вдалою (ефективною) лише за гарантованого забезпечення технічних параметрів, споживчих і соціальних властивостей, аналогічних до новозбудованого моста згідно вимог чинних на час реконструкції ДБН проектування нових мостів, по-друге – додатковою, але досить важливою умовою є використання і збереження наявних конструкцій, що гарантує мінімальну вартість реконструкції і мінімальні терміни виконання робіт [4...13].

Цих радикальних вимог на наш погляд можна досягти лише за умови знаходження ефективних конструктивно-технологічних рішень реконструкції на основі оптимального проектування [12,13].

Тому проектну документацію з дотриманням критеріїв оптимальності повинні виконувати спеціалізовані організації, які мають досвід і фахівців відповідної кваліфікації, а також напрацьовану наукову і експериментально-теоретичну базу і обґрунтування, оскільки проблема реконструкції мостів повинна розглядатись комплексно як технічна і наукова [1,4,9...13].

Насправді, на жаль, це не завжди так. Досить часто проектні організації, що виграли тендер на проектування, не маючи досвіду проектування реконструкції, під титулом «проект реконструкції» насправді без належного обґрунтування проектують будівництво нового моста за зовсім іншою, ніж існуючий міст, конструктивною схемою, та з застосуванням інших типів конструкцій прольотних будов і опор. Це вимагає значних додаткових капіталовкладень, а також значних додаткових видатків на утилізацію існуючого моста.

В попередніх публікаціях [1,4,8...13] подані як негативні, так і позитивні результати проектування реконструкції мостів. Яскравим прикладом негативного результату є повна перебудова (але під титулом «Реконструкція...») тепер зданого в експлуатацію моста через р. Дністер (існуючий – балковий, розрізний, перехресно-ребристий, за ТП вип. 56, за схемою 8x22,2 м і Г-8+2x0,75) на км 28+964 автодороги державного значення М-12 Стрий – Знам'янка (Львівська обл).

Проектні пропозиції з реконструкції розроблені ГНДЛ-88. За максимального використання існуючих конструкцій передбачали розширення прольотних будов до Г-10+2x1,25 м з одночасним підсиленням балок зміною статичної схеми на сприйняття нормованих тимчасових навантажень А15, НК-100 розробленою в ГНДЛ-88 конструкцією монолітної

залізобетонної накладної плити з виступаючими консольними звисами довжиною 2,7 м від осі крайніх балок. За підрахунками вартість реконструкції з врахуванням додаткових коштів на невраховані ризики і додаткові роботи становить 62,3 млн. грн.

Проект повної перебудови моста (не реконструкції) без будь-яких техніко-економічних обґрунтувань розробив Інститут проектування інфраструктури транспорту (ІПТ, м. Харків). Реалізований варіант нового моста має конструктивну схему $2 \times 24 + 4 \times 33$ м і складається з двох температурно-нерозрізних ланок по 90,1 м. Габарит $G-9,5 + 2 \times 1,25$ м.

Фактичні затрати перебудови 211,82 млн. грн без врахування додаткових затрат на розбирання і утилізацію існуючого моста. Їх не рахували, а за попередніми підрахунками їх величина сягає цифри, якої б вистачило на реконструкцію двох подібних мостів.

Таким чином порівняно з пропонованим варіантам реконструкції існуючого моста вартість його перебудови є більшою у 3,4 рази. Держава програвла. А хто виграв?

Не коментуючи деталей, відмітимо лише, що наведений приклад порівняння реконструкції і необґрунтованої перебудови на реальному об'єкті однозначно підтверджує, що фахово обґрунтовані на науковій основі оптимальні конструктивно-технологічні рішення реконструкції дають можливість одержати відтворену споруду з експлуатаційними і техніко-економічними показниками за чинними нормами проектування мостів, але за значно менші кошти і коротші терміни виконання робіт.

Приклад з позитивним результатом вдалої реконструкції міського шляхопроводу через залізничні колії на вул. Городоцькій у м. Львові, метою якої було забезпечення основних експлуатаційних показників згідно вимог чинних ДБН з проектування нових мостів: вантажопідйомності на сприйняття нормованих ДБН тимчасових навантажень А15 і НК-100 (а на перспективу можливо А18, НК-120) пропускної здатності до повноцінних чотирьох смуг безперервного руху (замість наявних двох), безпеки і комфортності руху [12,13].

Прольотна будова розширена з габариту $G-10 + 2 \times 1,0$ м до габариту $G-16,5 + 2 \times 1,5$ м комбінованим способом – двосторонньою симетричною добудовою додаткових балок, обпертих на розширеній частині проміжних і берегових опор. При цьому крайні існуючі балки, як недопустимо пошкоджені також були замінені новими, а в проміжку між добудованими крайніми балками влаштована монолітна залізобетонна накладна плита. В результаті одержали комбінацію основних елементів розширення – добудованих балок і накладної плити.

Для скорочення термінів виконання робіт та спрощення технології влаштування консольних ділянок накладної плити нові крайні балки з виготовляли відразу з односторонніми зовнішніми консольними звисами довжиною 2,7 м, які в реконструйованій прольотній будові виконують

подвійну функцію: є основним елементом її розширення і одночасно зовнішньою частиною верхньої полиці нових крайніх балок. Монолітну частину накладної плити надійно об'єднують для спільної роботи з існуючими балками за допомогою гнутих петлевих анкерів. Подібна конструкція накладної плити застосована і на ряді інших об'єктів, проекти реконструкції яких розробляли в ГНДЛ-88 [1.7.8].

Підсилення існуючих залишених балок виконане одним з найменш затратних способів – зміною статичної схеми з розрізної вільно обпертої на защемлену на опорах та включенням у спільну роботу з ними накладної плити. Защемлення балок створюють влаштуванням над проміжними і береговими опорами поперечних опорних ребер 5,6, у які вмонітують торці суміжних існуючих 1 і нових 2,3 балок. Цей спосіб підсилення також випробуваний на інших об'єктах реконструкції, де підтвердив свою ефективність.

Наведемо затрати на реконструкцію моста: кошторисна вартість – 17,29 млн. грн; додаткові роботи, що виникли під час виконання робіт – 4,56 млн. грн; сумарні затрати – 21,85 млн. грн; приведені затрати на 1 м² моста – 25,37 тис. грн. За оціночними розрахунками будівництво нового моста з аналогічними експлуатаційними показниками коштувало мінімум 75,6 млн. грн (без затрат на утилізацію існуючого моста), тобто порівняно з реконструкцією існуючого було б дорожче у 3,46 рази. Таким чином на цьому об'єкті місцевий бюджет зекономив – 53,75 млн. грн.

Ефективна система реконструкції мостів, розроблена і опрацьована в ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» (рис. 2). Серед зазначених базових способів розширення одним з найефективніших вважають застосування залізобетонної накладної плити з консолями без розширення і реконструкції опор. За рахунок включення накладної плити в сумісну роботу з існуючими балками значно покращується просторова робота прольотної будови, що особливо важливо для збірних елементів з порушеними поперечними зв'язками. Загалом розширення накладною плитою радикально в комплексі вирішує основні завдання реконструкції моста: забезпечення необхідної ширини проїзної частини і тротуарів, збільшення загальної поперечної жорсткості прольотної будови, підсилення існуючих балок до необхідної несучої здатності і жорсткості, покращення динамічних характеристик, заміна елементів мостового полотна з відмовою від, як правило, дефектних деформаційних швів, покращення умов і комфортності руху, надання споруді сучасного архітектурного виду та ін [6].

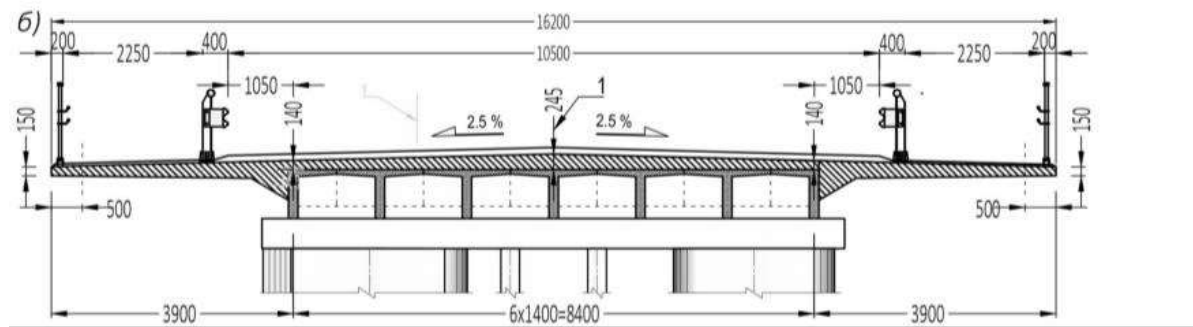


Рис.2. Розширення прольотної будови за ТП вип. 56 монолітною залізобетонною накладною плитою

Саме цей напрям протягом більше ніж 20-ти років і складає науково-технічні розробки ГНДЛ-88 Національного університету «Львівська політехніка» з реконструкції, розширення і підсилення балкових прольотних будов різними типами Збірної, збірно-монолітної і монолітної залізобетонної накладної плити з консолями без розширення опор з одночасним підсиленням балок зміною статичної схеми з розрізної вільнообпертої на нерозрізну або защемлену на опорах при максимальному збереженні існуючих конструкцій та використанні прихованих резервів їхньої несучої здатності [1.7...14].

Досвід виконаних ГНДЛ-88 розробок переконливо доводить, що саме цей спосіб забезпечує техніко-економічну ефективність, ресурсозбереження і комплексність вирішення основних завдань реконструкції: забезпечення вантажопідйомності, пропускну здатності, безпеки і комфортності руху та надійності і довговічності за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

Висновки. 1. Найбільше залізобетонних мостів малих і середніх прольотів збудовано в період з 60-70-х років минулого сторіччя за типовими проектами ТП вип. 56; ТП вип. 56д (доповнення 1962 р.); ВТП-15. На даний час практично всі вони потребують часткової або повної реконструкції. Для її реалізації необхідно розробити типові проекти реконструкції з застосуванням ефективних малозатратних конструктивно-технологічних рішень за умови максимального використання існуючих конструкцій, що гарантує мінімальну вартість реконструкції.

2. На даний час в проблемі проектування реконструкції панує повний безлад. Хибну практику повної перебудови мостів замість реконструкції існуючих необхідно припинити, оскільки вартість такої «реконструкції» збільшується у 3-3,5 рази. Перебудову моста допускати лише у виключних випадках після ґрунтового техніко-економічного обґрунтування. Перебудову за іншою конструктивною схемою вважати не реконструкцією, а новим будівництвом. **3.** Виконані в ГНДЛ-88 науково-дослідні роботи та дослідно-конструктивні розробки довели реальну можливість ефективного застосування монолітної залізобетонної накладної плити для розширення найбільш розповсюджених типів прольотних будов малих і середніх прольотів з одночасним підсиленням балок зміною їх статичної схеми. Дана

розробка впроваджена на багатьох реконструйованих мостах і підтвердила свою техніко-економічну ефективність

1. Горбачевська А.А. Експлуатаційний стан, реконструкція та результати випробувань реконструйованого автодорожного шляхопроводу./А.А. Горбачевська, В.Г. Кваша// «Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія і практика будівництва,-Дьвів: НУЛП, 2017. №877.-с. 66-77.

Horbachevska A.A. Ekspluatatsiyni stan, rekonstruktsiia ta rezultaty vyprobuvan rekonstruiovanoho avtodorozhnoho shliakhoprovodu./A.A. Horbachevska, V.H. Kvasha// «Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva,-Dviv: NULP, 2017. №877.-s. 66-77.

2. Гордеев В.М. Настанова з оцінювання якості будівельних сталевих конструкцій./В.М. Гордеев//Промислове будівництво та інженерні споруди.-К.: Укрсталькон ім В.М. Шимановського, 2021.-№1.-с. 18-23.

Hordieiev V.M. Nastanova z otsiniuvannia yakosti budivelnykh stalevykh konstruksii./V.M. Hordieiev//Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy.-K.: Ukrstalkon im V.M. Shymanovskoho, 2021.-№1.-s. 18-23.

3. Кваша В.Г. Обстеження та випробування автодорожних мостів./В.Г. Кваша// -Львів,:НУЛП,2002.-102 с.

Kvasha V.H. Obstezhennia ta vyprobuvannia avtodorozhnykh mostiv./V.H. Kvasha// -Lviv,:NULP,2002.-102 s.

4. Кваша В.Г. Досвід ремонту та реконструкції мостів України./В.Г. Кваша//Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія і практика будівництва.-Львів: НУЛП,2006-№562.-с. 38-49.

Kvasha V.H. Dosvid remontu ta rekonstruktsii mostiv Ukrainy./V.H. Kvasha//Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva.-Lviv: NULP,2006-№562.-s. 38-49.

5. . Кваша В.Г. Експлуатаційний стан струнобетонних прольотних будов та ефективні способи їх розширення і підсилення./В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, Ю.М. Собко.// Зб. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.-Рівне: НУВГП, 2008.-Вип. 16-с. 351-362.

Kvasha V.H. Ekspluatatsiyni stan strunobetonnykh prolotnykh budov ta efektyvni sposoby yikh rozshyrennia i pidsylennia./V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk, Yu.M. Sobko.// Zb. Resursoekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy.-Rivne: NUVHP, 2008.-Vyp. 16-s. 351-362.

6. Кваша В.Г. Естетика реконструйованих мостів./ В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, Р.А. Шуляр //Зб. Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.-Рівне: НУВГП, 2019, -Вип.37,-с. 276-286.

Kvasha V.H. Estetyka rekonstruiovanykh mostiv./ V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk, R.A. Shuliar //Zb. Resursoekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy.-Rivne: NUVHP, 2019, -Vyp.37,-s. 276-286.

7. Кваша В.Г. Каталог: мости та шляхопроводи реконструйовані за проектами Галузевої науково-дослідної лабораторії №88 (ГНДЛ-88) національного університету «Львівська політехніка»./в.г. Кваша// -Львів: НУЛП,2017.-53 с.

Kvasha V.H. Kataloh: mosty ta shliakhoprovody rekonstruiovani za proektamy Haluzevoi naukovo-doslidnoi laboratorii №88 (HNDL-88) natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»./v.h. Kvasha// -Lviv: NULP,2017.-53 s.

8. Кваша В.Г. Реконструкція міського шляхопроводу з розширенням прольотної будови залізобетонною збірно-монолітною накладною плитою. /В.Г. Кваша, Т.П. Ковальчик, А.Я. Мурин, В.М. Полець, Л.В. Салійчук.// Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія: Теорія і практика будівництва.-Львів: НУЛП, 2010.- № 662.-с. 208-216.

Kvasha V.H. Rekonstruktsiia miskoho shliakhoprovodu z rozshyrenniam prolотноi budovy zalizobetonnoiu zbirno-monolitnoiu nakladnoiu plytoiu. /V.H. Kvasha, T.P. Kovalchuk, A.Ia. Muryn, V.M. Polets, L.V. Saliichuk.// Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnikа». Seriia: Teoriia i praktyka budivnytstva.-Lviv: NULP, 2010.- № 662.-s. 208-216.

9. Кваша В.Г. Прольотні будови залізобетонних мостів з поліфункціональними консольними звисами./В.Г. Кваша, Яо Сін, Л.В. Салійчук, Р.А. Шуляр // Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Рівне: НУВГП, 2021.- Вип. 39.-с. 177-187.

Kvasha V.H. Prolotni budovy zalizobetonnykh mostiv z polifunksionalnymy konsolnymy zvyssamy./V.H. Kvasha, Yao Sin, L.V. Saliichuk, R.A. Shuliar // Zb. Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy.- Rivne: NUVHP, 2021.-Vyp. 39.-s. 177-187.

10. Рачкевич В.С. Експлуатаційний стан та ефективні системи відновлення збірних залізобетонних прольотних будов з багаторядною каркасною арматурою./ В.С. Рачкевич, В.Г. Кваша// Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2009.-Вип. 18.-с. 521-533.

Rachkevych V.S. Ekspluatatsiinyi stan ta efektyvni systemy vidnovlennia zbirnykh zalizobetonnykh prolotnykh budov z bahatoriadnoiu karkasnoiu armaturoiu./ V.S. Rachkevych, V.H. Kvasha// Zb. Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy. – Rivne: NUVHP, 2009.-Vyp. 18.-s. 521-533.

11. Рачкевич В.С. Результати експериментальних досліджень балкової залізобетонної прольотної будови моста за етапами реконструкції/ В.С. Рачкевич, Л.Я. Семанів, В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук.// Вісник національного університету «Львівська політехніка»:Серія:Теорія і практика будівництва.-Львів:НУЛП,2017-№877-с.166-179.

Rachkevych V.S. Rezultaty eksperymentalnykh doslidzhen balkovoi zalizobetonnoi prolотноi budovy mosta za etapamy rekonstruktsii/ V.S. Rachkevych, L.Ia. Semaniv, V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk.// Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnikа»: Seriia: Teoriia i praktyka budivnytstva.-Lviv: NULP, 2017- №877-s.166-179.

12. Рачкевич В.С. Реконструкція бездіафрагмових прольотних будов з підсиленням зміною статичної схеми / В.С. Рачкевич, В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук.// Зб. Будівельні конструкції.-К.: НДІБК, 2013.-Вип. 78, кн. 2.- с. 314-322.

Rachkevych V.S. Rekonstruktsiia bezdiaframovykh prolotnykh budov z pidsylenням zminoiu statychnoi skhemy / V.S. Rachkevych, V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk.// Zb. Budivelni konstruktsii.-К.: NDIBK, 2013.-Vyp. 78, kn. 2.- s. 314-322.

13. Яо Сін. Реконструкція міського шляхопроводу та результати його натурних випробувань /Яо Сін, М.З. Юпин, Л.В. Салійчук, В.Г. Кваша// Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.- Рівне: НУВГП, 2021.- Вип.40.-с. 267-279.

Yao Sin. Rekonstruktsiia miskoho shliakhoprovodu ta rezultaty yoho naturnykh vyprobuvan /Iao Sin, M.Z. Yupyn, L.V. Saliichuk, V.H. Kvasha// Zb. Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy.- Rivne: NUVHP, 2021.- Vyp.40.-s. 267-279.

14. Яо Сін. Оптимальне конструктивно-технологічне вирішення реконструкції міського шляхопроводу та результати його випробувань./ Яо Сін, М.З. Юпин, Л.В. Салійчук, В.Г. Кваша.// Збірник наук. Праць Дніпровського нац. Університету залізничного транспорту ім. акад. Лазаряна. Мости та тунелі: Теорія, дослідження, практика.-Дніпро: ДІІЗТ, 2021.-№ 19.-с. 91-104.

Yao Sin. Optymalne konstruktyvno-tekhnologichne vyrishennia rekonstruktsii miskoho shliakhoprovodu ta rezultaty yoho vyprobuvan./ Yao Sin, M.Z. Yupyn, L.V. Saliichuk, V.H. Kvasha.// Zbirnyk nauk. Prats Dniprovskoho nats. Universytetu zaliznychnoho transportu im. akad. Lazariana. Mosty ta tuneli: Teoriia, doslidzhennia, praktyka.-Dnipro: DIIIZT, 2021.-№ 19.-s. 91-104.