

УДК 624.21.004.69

*В.Г. Кваша, д.т.н., професор
Л.В. Салійчук, к.т.н., с.н.с.
Національний університет «Львівська політехніка»
В.Т. Котенко, завідувач
М.В. Нечипоренко, н.с.
Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна
(Полтавський комплексний відділ)*

ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МОСТА ЧЕРЕЗ р. СУЛА БІЛЯ с. МЛИНИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Описано конструктивні рішення існуючого моста та варіанти проектних рішень його реконструкції з розширенням мостового полотна монолітною залізобетонною накладною плитою та підсиленням балок зміною їх статичної схеми з розрізної на багатопролітну нерозрізну.

Ключові слова: *збірна залізобетонна пролітна будова, розчленовані по довжині попередньо напружені балки, мостове полотно, розширення, підсилення, монолітна залізобетонна накладна плита, зміна статичної схеми.*

УДК 624.21.004.69

*В.Г. Кваша, д.т.н., профессор
Л.В. Салійчук, к.т.н., с.н.с.
Національний університет «Львовская политехника»
В.Т. Котенко, заведующий
М.В. Нечипоренко, н.с.
Государственный дорожный научно-исследовательский
институт им. М.П. Шульгина
(Полтавский комплексный отдел)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТА ЧЕРЕЗ р. СУЛА ВОЗЛЕ с. МЛЫНЫ ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Описаны конструктивные решения существующего моста и варианты проектных решений его реконструкции с уширением мостового полотна монолитной железобетонной накладной плитой с усилением балок изменением их статической схемы с разрезной на многопролетную неразрезную.

Ключевые слова: *сборное железобетонное пролетное строение, расчлененные по длине предварительно напряженные балки, мостовое полотно, уширение, усиление, монолитная железобетонная накладная плита, изменение статической схемы.*

*V. Kvasha., ScD, Professor
L. Salijchuk, PhD, senior researcher
National University «Lviv Polytechnic»
V. Kotenko, chief
M. Nechyporenko, researcher
State Roads Research Institute behalf M.P. Shulgina
(Poltava comprehensive department)*

DESIGN OF RECONSTRUCTION BRIDGE ACROSS THE SULA RIVER NEAR MLYNY VILLAGE IN POLTAVA REGION

Designs of the existing bridge and variations of design decisions reconstruction of the bridge extension bill fabric monolithic concrete slab and reinforcement beams, change their static schemes into continuous span are described.

Keywords: *precast concrete span structure, dissected along the length of prestressed beams, bridges canvas, extension, strengthening, monolithic concrete slab, change the static scheme.*

Вступ. На мережі державних і місцевих доріг експлуатується значна кількість залізобетонних мостів малих та середніх прольотів, масово збудованих у 50–70-х роках минулого сторіччя зі збірних залізобетонних балок за типовими проектами різних випусків, розроблених за відміненими на сьогодні нормами проектування. Переважна більшість з них не задовольняє експлуатаційних вимог, споживчих властивостей і потреб сучасного транспорту згідно з вимогами ДБН В.2.3-22:2009 з проектування нових мостів у першу чергу за габаритом мостового полотна, вантажопідйомністю, безпекою та комфортністю руху. Крім того, через отримані в процесі тривалої експлуатації дефекти й пошкодження не забезпечується їх надійність і довговічність, а також обмежується несуча здатність балок.

Тому для забезпечення подальшої нормальної експлуатації необхідна реконструкція цих типів пролітних будов з доведенням їх техніко-експлуатаційних показників у відповідність до вимог чинних норм проектування нових мостів при максимальному збереженні існуючих конструкцій і збільшення міжремонтних періодів при мінімальних затратах коштів як на саму реконструкцію, так і наступних експлуатаційних затрат.

До зазначеного типу мостів належить і міст через р. Сула біля с. Млини Полтавської обл. на 172+598 км автодороги державного значення Р-60 Кролевець – Конотоп – Ромни – Пирятин, можливості подальшої експлуатації якого через недостатній габарит мостового полотна, незабезпечену вантажопідйомність і наявність значних експлуатаційних дефектів несучих конструкцій викликають цілком обґрунтовані сумніви.

Цей міст у першу чергу потребує оцінки фактичного фізичного стану пролітних будов і опор, а також розширення за нормативами дороги III технічної категорії та забезпечення нормованої вантажопідйомності за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

Серед базових способів розширення і підсилення залізобетонних пролітних будов одним із найбільш ефективних вважають застосування залізобетонної накладної плити з консолями без розширення опор [1, 2, 4–10, 13], що в комплексі розв'язує основні завдання реконструкції: розширення мостового полотна до необхідного габариту, збільшення загальної поперечної жорсткості пролітної будови, підсилення існуючих балок до необхідної несучої здатності й жорсткості, поліпшення динамічних характеристик, заміну зношених і нестандартних елементів мостового полотна, ліквідація деформаційних швів, поліпшення умов й комфортності руху, надання споруді архітектурного вигляду, забезпечення довговічності і збільшення міжремонтних періодів при мінімальних затратах коштів як на саму реконструкцію, так і на подальшу експлуатацію.

Досвід ГНДЛ-88 Національного університету «Львівська політехніка» з розроблення конструктивних рішень і проектування реконструкції різних типів пролітних будов з їх розширенням монолітною залізобетонною накладною плитою та їх реалізація на різноманітних об'єктах реконструкції [1, 2, 4–10] переконливо свідчить про ефективність і широкі можливості раціонального застосування цього способу. Тому метою роботи було оцінювання технічного стану та розроблення робочого проекту реконструкції моста через р. Сула біля с. Млини Полтавської обл. з розширенням габариту мостового полотна за нормативами дороги III технічної категорії Г-10+2×1,0 м (Г-9+2×1,0) і підсиленням пролітної будови монолітною залізобетонною накладною плитою при забезпеченні вантажопідйомності на нормовані тимчасові навантаження А15 і НК-100 згідно із чинними нормами проектування нових мостів ДБН В.2.3-22:2009; ДБН В.1.2-15:2009.

Вихідні дані для проектування прийнято за описанням конструктивного рішення пролітної будови зі збірних залізобетонних попередньо напружених балок, розроблених у 1960 – 1961 рр. в УкрдортрансНДІ (тепер ДерждорНДІ) [12], а також матеріалами обстеження моста, виконаного Полтавською філією ДерждорНДІ. Конструктивне рішення попередньо напружених балок і збудованого з їх застосуванням моста описано також у посібнику [3].

За концептуальний принцип розроблення прийнято умову максимального використання в розширеній пролітній будові існуючих конструкцій пролітних будов і опор. За матеріалами обстежень вони, незважаючи на наявність експлуатаційних дефектів, у цілому мають задовільний технічний стан і можуть бути використані при реконструкції.

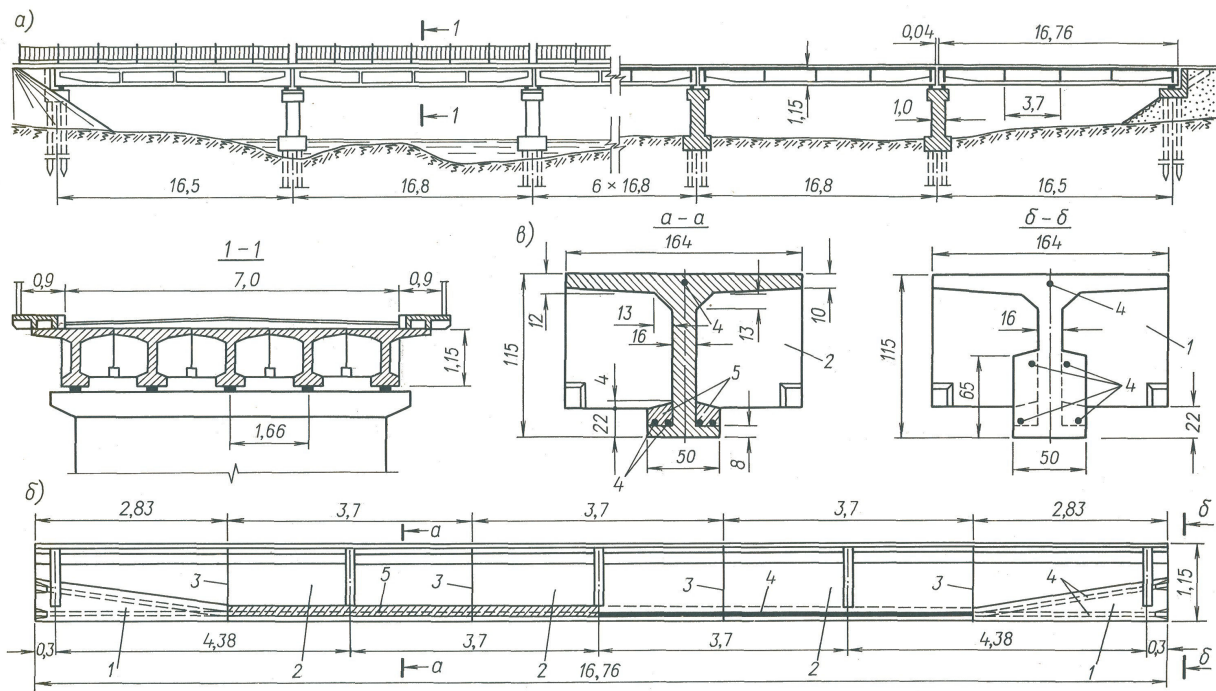
Існуюча пролітна будова та її технічний стан

В 1960–1961 рр. в УкрдортрансНДІ (тепер ДерждорНДІ) було розроблено, експериментально досліджено й впроваджено в будівництво мостів конструкції пролітних будов пролітами 15, 20, 30 м у світлі (довжина балок відповідно 16,76; 22,16; 32,96 м) з балок, розчленованих по довжині на 5, 7, 9 блоків як на сухих, так і на мокрих стиках [12]. Балки збирали з блоків безпосередньо на місці будівництва моста на спеціальних стапелях або риштуваннях. Блоки об'єднували між собою натягом попередньо напруженої арматури з високоміцного дроту у вигляді пучків, які розташовували відкрито на верхній грані нижньої полиці збірних балок (рис. 1, б, в). Після натягу арматури на упори, якими служили крайні блоки із закритими каналами, арматурні пучки обетонували по місцю. Верхній пучок аналогічної конструкції розташовували в закритому каналі. Для анкерування пучків на торцях балок використовували конусні анкери. Кожний пучок попередньо напруженої арматури зібраний з 24Ø5 високоміцного дроту класу ВІІ.

У 1961 р. з балок описаного типу було збудовано десятипролітний міст з довжиною прольотів 15 м у світлі (повна довжина балок – 16,76 м) через р. Сула біля с. Млини в Лохвицькому районі Полтавської області на 172+598 км автодороги Р-60 Кролевець – Конотоп – Ромни – Пирятин. Основні конструктивні рішення моста зрозумілі з рис. 1.

Поперечний переріз пролітної будови габаритом Г-9+2×0,75 м сформований з п'яти балок описаної вище конструкції з кроком 1,66 м (рис. 1, а). Поперек прольоту в просторову систему пролітної будови балки об'єднані трьома пролітними поперечними діафрагмами з кроком 3,7 м уздовж прольоту. Півдіафрагми суміжних балок об'єднані між собою стиками на зварюванні нижніх і верхніх закладних пластин металевими об'єднуючими накладками. Балки довжиною 16,76 м і висотою 1,15 м (рис. 1, б, в) розчленовували на два крайні 1 і три проміжні 2 блоки, які об'єднували на сухих стиках 3, розташованими при збиранні відкрито на верхній грані нижньої полиці арматурними пучками 4, обетонованими 5 після їх натягу і анкерування конусними анкерами на торцях крайніх блоків.

Верхній конструктивний пучок 4 розташований у закритому каналі й також заанкерений на торцях крайніх блоків. Балки пролітних будов розраховані на нормовані тимчасові навантаження Н-13 і НГ-60 за чинними нормами періоду проектування моста. Збудований міст був випробуваний в травні 1961 р. [12]. Ступінь навантаження крайньої, найбільше навантаженої балки при випробуваннях складав 94% від розрахункових нормованих навантажень. Максимальний прогин крайньої балки (середній з випробувань 10-ти прольотів) становив 2,98 мм, що значно менше допустимого 1/400 прольоту. В цілому результати випробувань пролітної будови цілком задовільні.



**Рис. 1. Конструкція десятипролітного моста
через р. Сула біля с. Млини Полтавської області:**

**а – загальний вигляд і поперечний переріз;
б, в – конструкція балки пролітної будови;**

**1, 2 – крайні й середні блоки; 3 – сухі стики; 4 – пучки попередньо
напруженої арматури; 5 – бетон замонолічення арматурних пучків**

Основним і найбільш небезпечним дефектом на сьогодні є розкриття сухих стиків між блоками в окремих крайніх балках та внаслідок цього переломи їх профілю. Найбільш імовірною причиною розкриття стиків можна вважати часткову втрату попереднього напруження нижніх арматурних пучків, зусиллям у яких обтискалися ці стики, внаслідок проковзування дротів арматури в конусних анкерах, або вмінання самих анкерів у бетон торців крайніх блоків. Подібне явище спостерігалось і на інших аналогічних об'єктах. Серед інших дефектів серйозним є також корозія бетону омонолічування нижніх пучків, розташованих на зовнішній полиці крайніх балок, що загрожує їх оголенням, наступною корозією високоміцного дроту та його розривом. Проміжні балки практично дефектів не мають, потребують лише профілактичного ремонту і можуть бути використані при реконструкції.

Принципові схеми реконструкції та розширення пролітної будови.

Техніко-економічний аналіз показав, що найбільш ефективним варіантом розширення пролітної будови за нормативами дороги III технічної категорії до Г-10+2×1,0 (Г-9+2×1,0) є розширення залізобетонною накладною плитою з виступаючими консолями без розширення опор.

Розглянуто два варіанти влаштування накладної плити.

Варіант 1 (рис. 2) – влаштування монолітної залізобетонної плити з консольними ділянками, довжина яких забезпечує габарит проїзної частини 10,0 м і двосторонні тротуари шириною 1,0 м. Мостове полотно облаштоване стандартним півжорстким металевим бар'єрним огородженням безпеки й перильним огородженням.

Для підсилення крайніх, найбільш ушкоджених балок і гарантованого забезпечення вантажопідйомності розширеної пролітної будови на нормовані тимчасові навантаження А15 і НК-100, а також для захисту відкритих та найбільш ушкоджених на сьогодні зовнішніх поверхонь і зменшення вильоту консолі накладної плити в цьому варіанті розширення передбачене влаштування з обох сторін пролітної будови вертикальних монолітних контурних ребер, розташованих у межах висоти існуючих балок.

З метою розвантаження балок у прольоті для можливості сприйняття ними без підсилення нормованих навантажень А15 і НК-100 при реконструкції розрізна статична схема існуючої пролітної будови перетворюється в 10-пролітну нерозрізну з ліквідацією деформаційних швів над проміжними опорами. Створена нерозрізність дає можливість зменшити пролітні згинальні моменти за рахунок виникнення опорних. Таким чином, досягається необхідне за розрахунком підсилення існуючих балок. Прийнятий найбільш сприятливий варіант створення нерозрізності до влаштування накладної плити після видалення всіх елементів мостового полотна, тобто при мінімальному постійному навантаженні – тільки від власної ваги балок.

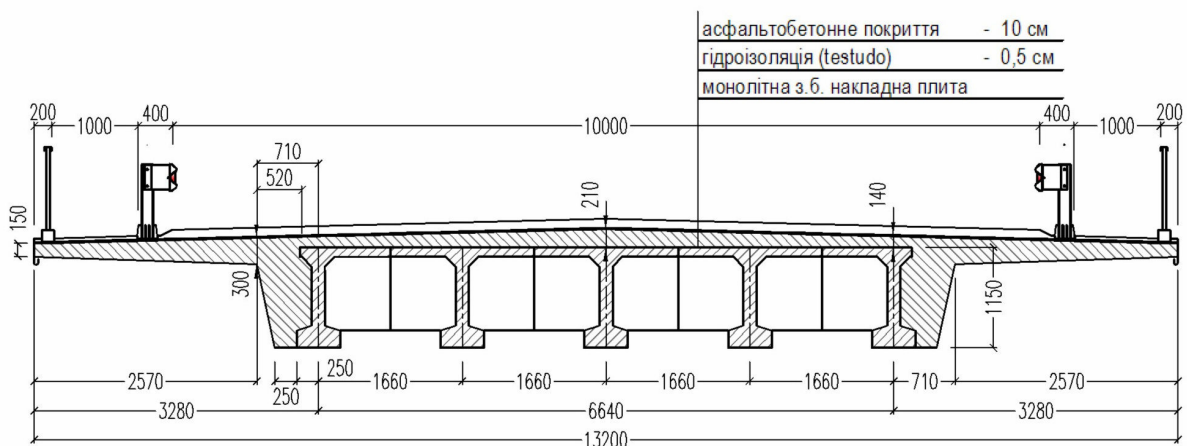


Рис. 2. Розширення пролітної будови монолітною залізобетонною накладною плитою з контурними ребрами підсилення крайніх балок (варіант 1)

Статичний розрахунок пролітної будови виконано з урахуванням стадійності прикладання навантажень у зв'язку зі зміною статичної схеми в процесі реконструкції з розрізної на нерозрізну, а відповідно й перерізів балок, які сприймають навантаження за стадіями роботи. На першій стадії (створення нерозрізності) пролітна будова розрізна з розрахунковим пролітом 16,2 м і розрахунковими перерізами існуючих балок (крайня балка з видаленою зовнішньою консоллю полиці) працює лише на навантаження від власної ваги балок. На другій стадії (експлуатації) – пролітна будова десятипрольотна нерозрізна з розрахунковими прольотами 16,5 м (крайні) і 16,8 м (проміжні), з балками складеного перерізу (сумісно працюючі існуючі балки й накладна плита) працює на другу частину постійних і на нормовані тимчасові навантаження А15, НК-100 і натовп на тротуарах. КІР розраховували за методом позацентрового стиску. Статичні розрахунки виконувалися для пролітної будови крайнього і другого (першого проміжного) прольотів, у яких при нерозрізній статичній схемі виникають найбільші згинальні моменти.

За результатами розрахунку 10-пролітної нерозрізної системи реконструйованої пролітної будови з урахуванням стадійності прикладання постійних і тимчасових навантажень крайні балки крайнього прольоту виявилися перевантаженими на 22,2%, що компенсується нескладним додатковим армуванням добетонуваних контурних ребер. У всіх проміжних прольотах несуча здатність балок забезпечується за рахунок існуючої арматури, тому передбачене конструктивне армування контурних ребер у запас міцності крайніх балок цих прольотів.

Варіант 2 (рис. 3) – передбачає влаштування збірно-монолітної накладної плити із заміною існуючих крайніх балок новими збірними балками з односторонніми консольними ділянками полиці, які забезпечують габарит мостового полотна Г-9+2×1,0 м. Армування нових балок попередньо напруженою арматурою прийнято згідно з розрахунком у кількості, достатній для сприйняття зусиль від нормованих навантажень А15 і НК-100. Таким чином, збірно-монолітна накладна плита включає як збірні консольні ділянки, які одночасно входять до складу зовнішньої частини верхньої полиці нових крайніх балок, так і монолітну ділянку, розташовану в середній частині між новими крайніми балками над залишеними існуючими. Такий спосіб улаштування накладної плити дає можливість уникнути влаштування опалубки для бетонування накладної плити, оскільки її консольні ділянки є збірними, а опалубкою монолітної частини служать верхні полиці існуючих таврових балок. Монолітну частину накладної плити об'єднують з існуючими балками за допомогою гнучких клеєстержневих анкерів [11].

Балки аналогічної конструкції застосовано на інших об'єктах, запроектованих у ГНДЛ-88, а їх виробництво освоєно на заводі збірних конструкцій «три бетони» в м. Калуш (Івано-Франківської області).

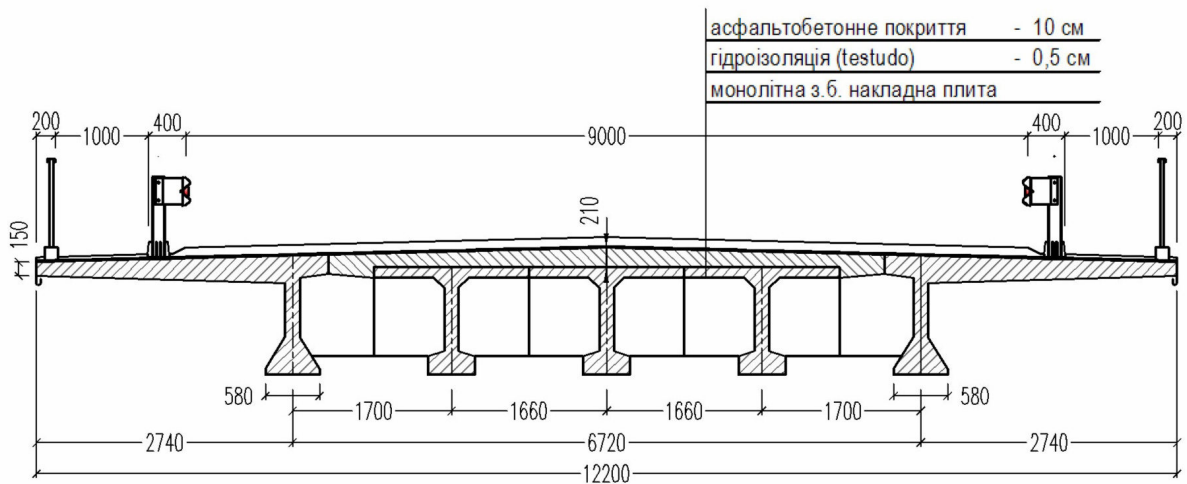


Рис. 3. Розширення пролітної будови збірно-монолітною накладною плитою із заміною крайніх балок (варіант 2)

При влаштуванні збірно-монолітної накладної плити також передбачається перетворення розрізної системи пролітної будови в нерозрізну з ліквідацією деформаційних швів над проміжними опорами.

В обох варіантах реконструкції пролітної будови нормована вантажопідйомність забезпечується за рахунок:

- підсилення існуючих крайніх балок або заміни їх новими зі збільшеною несучою здатністю для сприйняття зусиль від нормованих тимчасових навантажень А15 і НК-100;
- влаштування залізобетонної накладної плити з включенням її в сумісну роботу з існуючими балками;
- зміни статичної схеми з розрізної на нерозрізну.

Після виконання основних робіт з реконструкції виконують повну заміну елементів мостового полотна, а також комплекс ремонтно-відновлювальних робіт із захисту відкритих поверхонь від агресивного впливу зовнішнього середовища для забезпечення нормованої довговічності реконструйованого моста.

Висновки. Розроблені конструктивні рішення моста з пролітними будовами індивідуального проектування початку 60-х років минулого сторіччя з розширенням монолітною залізобетонною плитою та підсиленням балок зміною статичної схеми з розрізної на нерозрізну підтвердили її доцільність і ефективність та забезпечення споживчих властивостей: вантажопідйомності, пропускної здатності, комфортності й безпеки руху, довговічності й надійності за вимогами чинних норм проектування нових мостів.

Література

1. Инструкция по уширению автодорожных мостов и путепроводов (ВСН 51-88). – М.: Транспорт, 1990. – 128 с.
2. Кваша, В.Г. Розширення прольотних будов автодорожніх мостів монолітною залізобетонною накладною плитою / В.Г. Кваша // Зб. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: УДУВГП, 1999. – Вип. 3. – С. 140 – 145.
3. Кваша, В.Г. Обстеження та випробування автодорожніх мостів. / В.Г. Кваша. // – Львів: НУ «ЛП», 2002. – 103 с.
4. Кваша, В.Г. Ефективні системи розширення і підсилення залізобетонних балкових прольотних будов автодорожніх мостів / автореферат дис. д.т.н. В.Г. Кваши – К.: КНУБА, 2002. – 33 с.
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.
6. Кваша, В.Г. Застосування монолітної залізобетонної накладної плити для розширення балкових автодорожніх мостів. / В.Г. Кваша // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2008. – № 4. – С. 24 – 31.
7. Кваша, В.Г. Розширення прольотної будови автодорожнього моста монолітною залізобетонною накладною плитою / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук // Зб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2001. – Вип. 63. – С. 271 – 275.
8. Кваша, В.Г. Розширення струнобетонної прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою з підсиленням балок і аварійних опор / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук. // Зб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2006. – Вип. 73. – С. 116 – 120.
9. Реконструкція автодорожнього моста з прольотними будовами за ТП вип. 56 / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, В.В. Мельниченко, З.Т. Лапініна // Зб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К. НТУ, 2004. – Вип. 69. – С. 74 – 81.
10. Кваша, В.Г. Розширення прольотної будови автодорожнього моста з її підсиленням зміною статичної схеми без влаштування деформаційних швів / В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, В.С. Рачкевич // Зб. Дороги і мости. – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 9. – С. 106 – 111.
11. 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.
12. Предварительно напряженные пролетные строения пролетом 10–30 м / Научно-технический отчет по теме №06-61 за 1961 год. – К.: УкрдортрансНИИ, 1961. – 384 с.
13. Шестериков В.И. Экономическая эффективность уширения мостов на автомобильных дорогах: обзорная информация / В.И. Шестериков, Э.В. Дингес. – М.: ЦБНТИ, 1983. – Вып. I. – 64 с.

Надійшла до редакції 17.09.2013

© В.Г. Кваша, Л.В. Салійчук, В.Т. Котенко, М.В. Нечипоренко