

УДК 624.046

ПРОЛЬОТНІ БУДОВИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ З ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИМИ КОНСОЛЬНИМИ ЗВІСАМИ

SPAN STRUCTURES OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES WITH MULTIFUNCTIONAL CANTILEVERS

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

Kvasha V.G., doctor of technical sciences, Professor., **YaoXin**, Ph D student, **Saliychuk L.V.**, candidate of technical sciences, head of laboratory. **Shulyar R.A.** senior teacher (National University Lviv Polytechnic, Lviv)

Наведені приклади раціонального застосування консольних звісів з багатоцільовим поєднанням функцій на реальних мостових об'єктах під час формоутворення поперечних перерізів їхніх прольотних будов як при новому будівництві, так і в умовах реконструкції.

In this paper, the role of cantilever elements in reinforced concrete beams panstructures of bridges is shown on typical examples of real bridges, and also various variants of their multipurpose application as a part of cross sections both in construction of new, and during reconstruction of existing bridges are considered. The roles of consoles in span structures is mainly determined by their length, so increasing the length to 3-4 m makes it possible to place on them not only the side walk, but also the bike path and edge lane of the bridge deck. Because these elements there will be more extra space on the bridge deck, the beam structure can be designed more reasonably to reduce the number of main beams and the width of the pier. In addition, the long plate console protects the surface of the side beam from oblique rain and solar radiation, simplifies drainage into the gutters through the side edge, and also has an architectural and a esthetic. Rational use of cantilever over hangs of considerable length makes it possible to optimize cross-sections for both new and reconstructed bridges and to obtain significant savings of materials and funds without any loss of normal operation indicators and performance.

Ключові слова: балкові залізобетонні мости, прольотні будови, консольні звіси.

Beams reinforced concrete bridges, span structures, cantilevers.

Історичний нарис. Мета роботи. Перші залізобетонні мости кінця XIX – початку XX сторіччя будували без розмежування зон руху транспортних засобів і пішоходів [1,2]. В основному гужовий транспорт і поодинокі автомобілі не особливо заважали пішохідному рухові, який у більшості випадків був основним. В певний період (1908-1925 рр.) навіть за розрахункове тимчасове навантаження приймали навантаження натовпу ($0,35-0,5 \text{ т/м}^2$), розміщеного по всій ширині моста (5-6 м), імітуючи, наприклад, проходження мостом колон демонстрантів. За інтенсивністю силової дії від цього навантаження виникали більші зусилля, ніж від наявних на той час транспортних засобів (вози і фури з кіньми, вантажні автомобілі).

В цих умовах поперечний переріз найбільш розповсюджених балкових прольотних будов складався лише з так званої балкової клітки – системи взаємозв’язаних поздовжніх (головних) балок, обпертих на опори, і поперечних (другорядних), монолітно об’єднаних в одному рівні з головними. Зверху цю систему об’єднували плитою мостового полотна.

Класичний профіль поперечного перерізу балкової прольотної будови сформувався на початку XX сторіччя [2,3,4,5], коли стала зрозумілою необхідність розмежування в межах габариту прольотної будови транспортного і пішохідного руху через збільшення інтенсивності, швидкості руху і ваги транспортних засобів [3,4,5]. В німецьких нормах DIN 1072 (1925 р.) були систематизовані навантаження, на які слід було розраховувати мости. Тепер навантаження від натовпу комбінували з навантаженням від парового катка або вантажного автомобіля. Це і спонукало до появи класичного профілю, у якому для організації пішохідного руху завдяки відносно малому постійному і тимчасовому навантаженню в склад балкової клітки були включені додаткові консольні елементи для розташування на них пішохідних тротуарів і одержали назву «тротуарні консолі» [4,5]. Їх розташовували на бокових крайках з обох або однієї (в окремих випадках) сторони балкової клітки і таким чином створювали дво- або одноконсольні поперечні перерізи прольотних будов.

Застосовували консолі двох типів – підвищені на 25-30 см над рівнем проїзду (поверхнею плити мостового полотна) для захисту пішоходів від наїзду транспортних засобів, тоді їх функція зводилась лише до розташування на них тротуару заданої ширини [5], або їх влаштовували в одному рівні з плитою мостового полотна, тоді вони виконували додаткову функцію – включались в роботу крайньої головної балки прольотної будови як її верхня полиця [5].

В такому вигляді цей тип поперечника без особливих змін зберігся до нашого часу і застосовується в сучасних збірних, збірно-монолітних і монолітних залізобетонних мостах.

Досвід проектування свідчить, що функціональне призначення консолі в основному визначає її довжина. Так збільшення довжини до 3-4 м дає можливість розмістити на ній не лише тротуар, а й велодоріжку та крайні смуги (зазвичай це смуги безпеки 1,5-2,0 м) їздового полотна. У зв'язку з вивільненням їздового полотна від цих елементів можна більш раціонально запроектувати другу частину поперечника-балкову клітку: в першу чергу зменшити кількість головних балок і скоротити ширину опор, що особливо важливо для сучасних збірних і збірно-монолітних балкових мостів. Крім того, довга плита консоль захищає відкриту бокову поверхню крайньої балки від бокового дощу і сонячної радіації, а також сприятливо впливає на естетичне сприйняття об'єкту [6], візуально приховуючи висоту балок. Якщо консоль розташувати в одному рівні з плитою мостового полотна, то вона включиться в спільну роботу з крайньою тавровою (двотавровою) балкою і стане зовнішнім зв'язом її полиці.

Отже, в запропонованій концепції формування поперечного перерізу прольотної будови консольні ділянки стають важливими несучими елементами і вимагають особливо відповідального ставлення як до їх розрахунку і проектування [7], так і виконання в натурі згідно проекту.

Тому відповідно до **мети даної роботи** на характерних прикладах реальних мостів показана роль і значимість консолей як відповідальних елементів прольотних будов, а також розглянуті різні варіанти багатопільового застосування консольних зв'язів для проектування раціональних поперечних перерізів як в нових мостах, так і в умовах реконструкції існуючих мостів.

Розглянемо декілька прикладів з власного досвіду застосування консольних елементів в балкових прольотних будовах реальних мостових об'єктів як з негативним, так і позитивним результатом.

Аварія тротуарної консолі перших збірних мостів за ТП вип.56. Реальний об'єкт – збудований в 60-х роках минулого сторіччя збірний залізобетонний балковий міст через р. Іква на автодорозі Київ-Чоп в м. Дубно за розробленим в 1955-56 роках першим типовим проектом збірних залізобетонних мостів, Вип. 56 [8]. Конструктивна схема $4 \times 16,8$ м, розрізна. Поперечний переріз прольотної будови цього моста сформований з семи збірних залізобетонних балок таврового поперечного перерізу, об'єднаних між собою поперек прольоту діафрагмами на зварних стиках через металеві закладні деталі (рис.1,г), габарит за тодішніми нормативами Г-8 $+2 \times 0,75$ м.

Зовнішні зв'язи полиці таврового поперечного перерізу крайніх балок використані як консольна ділянка плити мостового полотна для розташування на них з обох сторін підвищених тротуарів по 0,75 м на збірних залізобетонних тротуарних блоках і також збірними залізобетонними перильними огороженнями (рис.1,б). Відповідно до цього призначення за проектом консолі були заармовані одиночною арматурою, розташованою зверху у кількості 6Ø12, А-ІІ на 1 м.п. довжини консолі уздовж балки

(див. рис.1,а). Проектне положення цієї арматури фіксували – над ребром балки двома верхніми стержнями 2Ø32, а на кінцях консолі відгином вниз до днища опалубки верхніх стержнів робочої арматури (рис.1,а). Прибетону-

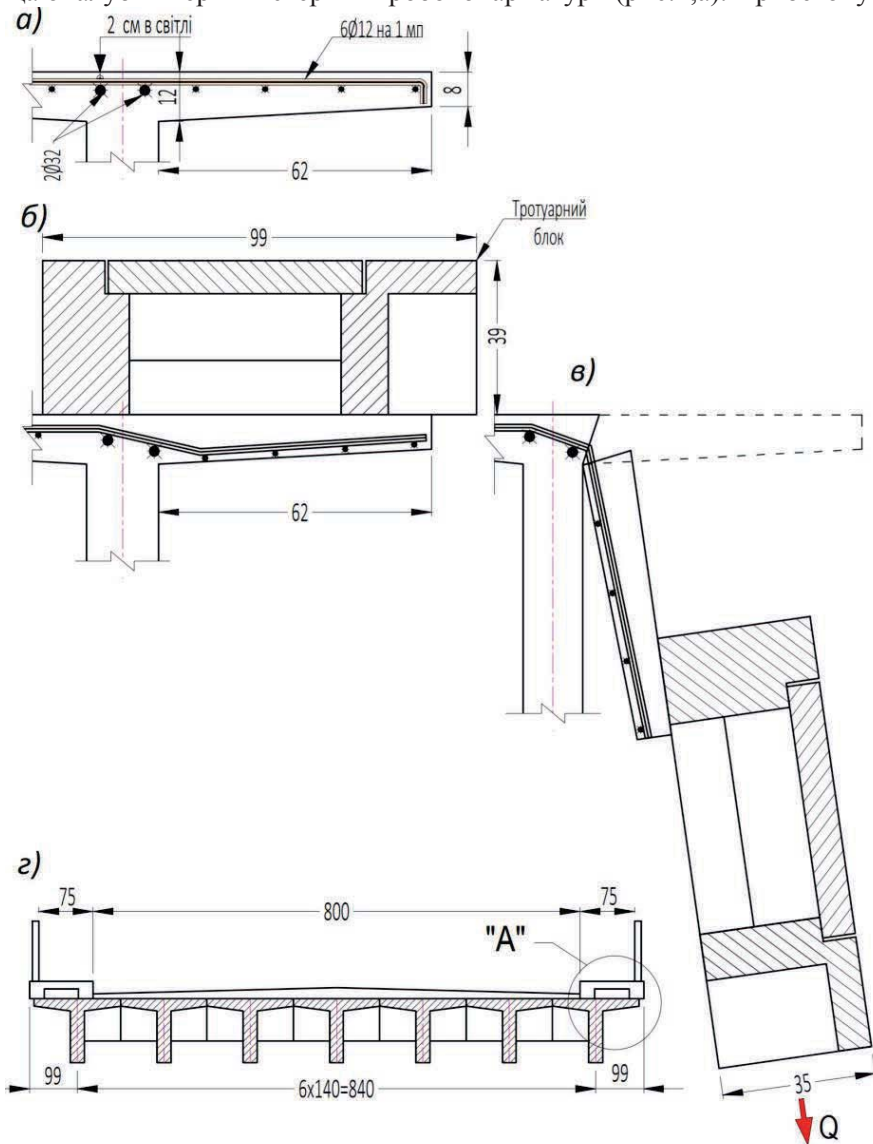


Рис. 1. Міст через р. Іква на автодорозі Київ-Чоп у м. Дубно.

Злам тротуарної консолі і обвалення тротуарних конструкцій
 а – проектне армування консолі крайньої балки за ТП вип. Вип. 56;
 б – фактичне розташування арматури на консолі і розташування тротуарних конструкцій(деталь «А»); в – злам консолі і обвалення тротуарних конструкцій; г – схема поперечного перерізу прольотної будови з балок за ТП вип. 56.

-ванні балки проектна фіксація цієї арматури не дотримана (рис.1,б): один з верхніх стержнів Ø32 змістився вниз, а відгини кінців робочої арматури консолі Ø12 були відсутні, тому при бетонуванні через недотримання вимог фіксації арматурна сітка змістилась до низу і розтягнута зона консолі виявилась неармованою, що і стало причиною її зламу і обвалювання в русло ріки розташованих на ній тротуарних блоків з перильним огородженням загальною вагою у декілька тон (рис.1,в). На той час біля мосту купались діти (бо під мостом і біля нього більша глибина внаслідок розмиву русла). Чудом обійшлося без жертв і травмованих!!! Ця аварія сталась після більше 40-ка років експлуатації моста. Чому не раніше – важко пояснити. Безпосередньою причиною міг бути сильний боковий удар транспортного засобу у борт тротуарного блоку.

Описаний випадок, зважаючи на кількість збудованих за цим типовим проектом мостів, не є поодиноким. Можливо аналогічні випадки на інших мостових об'єктах чекають свого часу. Тобто невелика консоль (лише 62 см) може привести до великої біди.

Концепція оптимізації поперечника прольотної будови зміною довжини консолей. Розглянемо ще один приклад також реального об'єкту – моста через р. Стрий на км 12+730 автодороги загального користування місцевого значення Східниця -Верхнє Синьвидне у Львівській обл., який на даний час знаходиться на завершальному етапі будівництва і при формуванні поперечного перерізу прольотної будови якого, на наш погляд, було б раціональним застосувати в плиті мостового полотна консольні ділянки більшої довжини ніж за прийнятим для будівництва іншим варіантом поперечного перерізу прольотної будови. Загальна довжина цього моста 5×33,0 м, статична схема – температурно – нерозрізна, габарит Г-8+2×1,25 м (як для дороги місцевого значення IV-ї технічної категорії).

Прийнятий для будівництва і фактично реалізований варіант прольотної будови показаний на рис.2,а. Поперечний переріз її сформований з семи збірних залізобетонних попередньо напружених балок довжиною 33,0 м, розташованих з кроком поперек прольоту 1,6 м. Переріз балок двотавровий, висота 1,65 м. Балки об'єднані між собою в просторову систему прольотної будови монолітною залізобетонною плитою мостового полотна з невеликими консольними зв'язками – по 111 см від осі крайньої балки, на якій розташована плита підвищених тротуарів по 125 см з бар'єрними і перильними огородженнями.

Берегові і проміжні опори з трьох буронабивних стовпів Ø120 см кожний, об'єднаних між собою збірним залізобетонним ригелем загальною довжиною 1196 см для розташування на ньому семи головних балок, встановлених на опорних частинах типу РОЧ (резинові опорні частини).

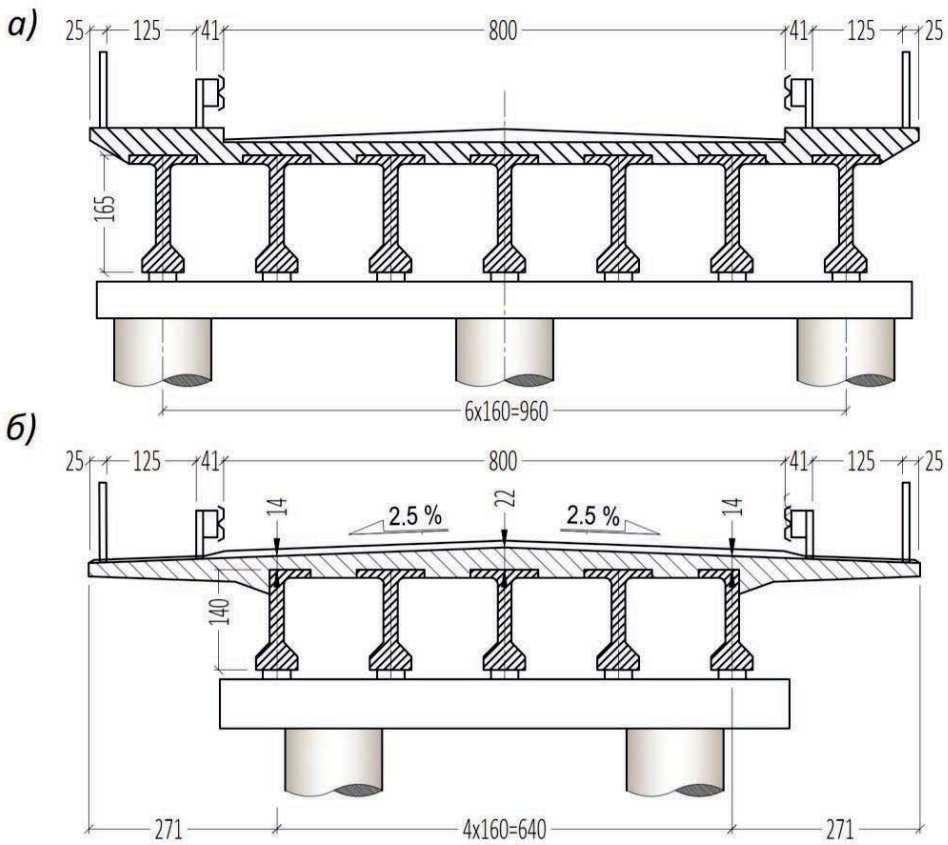


Рис. 2. Міст через р. Стрий на км. 12+730 а/д Східниця-ВерхнеСинєвидне Львівської області.

- а – поперечний переріз прольотної будови за прийнятим для будівництва варіантом;
 б – поперечний переріз прольотної будови за альтернативним варіантом

Альтернативний, більш ефективний на наш погляд, варіант компонування поперечного перерізу прольотної будови для порівняння з попереднім показаний на рис.2,б. В цьому варіанті кількість балок зменшена з 7 до 5, а для забезпечення необхідного габариту введені дві симетричні крайні консольні ділянки монолітної плити довжиною по 2,7 м, на яких розташовані понижені тротуари з перильним і бар'єрним огороженням та смуги безпеки їздового полотна. Таким чином, при меншій в цілому на 10 штук кількості балок забезпечується проектний габарит прольотної будови Г-8+2×1,25 м. Відповідно до зменшення кількості балок зменшена і ширина опор з трьох стовпів до двох зі зменшенням довжини ригеля для обпирання лише п'яти балок.

Для прольотної будови прийнята нерозрізна статична схема, тому висота балок зменшена до 1,4 м, що дало можливість на 25 см зменшити висоту підходів, а, відповідно і об'єми земляних робіт на підходах.

Крім цих очевидних переваг цей варіант за рахунок довгих консолей має спрощену систему водовідведення у лотки через бокові крайки консолей без влаштування водовідвідних труб, а також архітектурно-естетичну привабливість.

Отже, порівнюючи прийнятий до будівництва і альтернативний варіант, однозначним є висновок, що останній за рахунок застосування довгих консольних ділянок плити мостового полотна дає значну економію матеріалів (10 балок, 6 стовпів опор) і коштів, тобто є більш ефективним за техніко-економічними показниками.

Довгі консольні звиси в умовах реконструкції існуючих мостів. Наступним прикладом також на реальному мостовому об'єкті показана можливість застосування залізобетонної плити з великими консолями для розширення (збільшення габариту) існуючих експлуатованих тривалий час мостів. Конструктивні рішення різних типів збірної, збірно-монолітної і монолітної залізобетонної накладної плити з консолями довжиною до 4,0-4,5 м розроблені ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» для розширення габариту практично всіх типів експлуатованих мостів на державних і місцевих дорогах. За цими рішеннями на даний час реконструйовано з розширенням габариту більше 80-ти мостів [9].

Серед них, як приклад вдалого застосування залізобетонної плити з великою довжиною консольних ділянок, на рис.3 показаний поперечний переріз реконструйованого і експлуатованого більше 5-ти років після реконструкції моста через р. Прутець-Яблунецький на км 218+876 автодороги Мукачеве-Львів в с. Татарів Івано-Франківської обл.

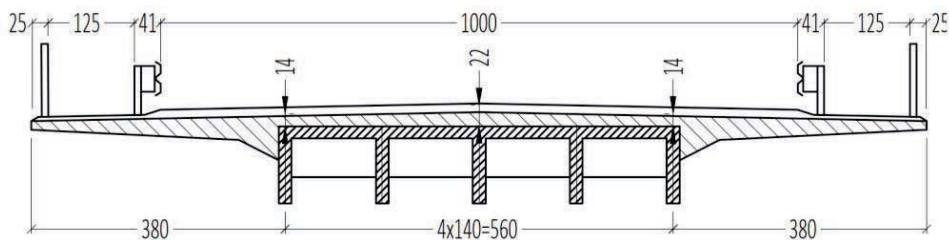


Рис. 3. Міст через р. Прутець-Яблунецький на а/д Мукачеве-Львів в с. Татарів Івано-Франківської області. Розширення прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою

Існуючий міст однопрольотний з довжиною прольоту 18,9 м і габаритом Г-6+2×0,75 м, збудований в 60-х роках минулого сторіччя за згадуваним раніше типовим проектом Вип. 56, лише з тією відмінністю, що через відсутність збірних балок прольотна будова виконана в монолітному варіанті

зі збереженням геометричних розмірів та армування за збірним варіантом типового проекту. Ця зміна лише покращила його експлуатаційний стан за тривалий період експлуатації.

Міст розширений за нормативами дороги державного значення в гірській місцевості III-ї технічної категорії до габариту $\Gamma-10+2\times 1,0$ м при довжині консольних ділянок 3,8 м від осі крайніх балок з видаленням при влаштуванні нової накладної плити зовнішньої консолі таврового перерізу крайніх балок. На консольних ділянках розташовані тротуари пониженого рівня та крайні частини їздового полотна (загальна ширина – 10 м) зі смугами безпеки шириною по 1,5 м.

Перед задачею реконструйованого моста в експлуатацію проведені випробування розширеної прольотної будови в цілому і консольних ділянок залізобетонної плити пробним навантаженням, інтенсивність якого відповідала нормованому навантаженню за чинними нормами проектування нових мостів. Тобто за всіма нормованими експлуатаційними показниками реконструйований після 56 років експлуатації міст відповідає новому. Результати випробувань приведені в науково-технічному звіті ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка», а також опубліковані у спеціальних виданнях [10].

Розглянемо ще один приклад застосування залізобетонної накладної плити з довгими консолями для розширення габариту прольотної будови моста під час його реконструкції. Цей приклад є цікавим і тим, що став серйозною розбіжністю між авторами проекту (ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка») і державною мостовою експертизою.

Існуючий міст через р. Іквана вул. Замковій у м. Дубно збудований в 60-х роках минулого сторіччя. Конструктивна схема моста розрізна $4\times 14,1$ м, прольотна будова із збірних залізобетонних балок за типовим проектом Вип. 56. Міст розташований на ділянці автомагістралі, яка одночасно є магістральною вулицею загальноміського значення неперервного руху м. Дубно і ділянкою автодороги державного значення Доманське (на Брест) – Ковель – Чернівці – Мамалига (на Кишинів) (міжнародний транспортний коридор E85). Тому на цій ділянці, а, відповідно, і на мосту збігаються два транспортні потоки – місцевий міський транспорт і транзитний на ділянці автодороги, яка проходить через м. Дубно. Цей міст є важливим об'єктом транспортної інфраструктури – переходом через ріку, який у містах і населених пунктах завжди є вузлом концентрації транспортних потоків з різних напрямів, тому інтенсивність руху мостом є більшою, ніж на окремих напрямках.

Враховуючи реальну завантаженість моста транспортними засобами (інтенсивність руху) після відповідних обґрунтувань згідно з ДБН В.2.3-5:2001 (В.2.3-5:2018) та узгодження з органами місцевого самоврядування м. Дубно для проектування реконструкції моста був прийнятий габарит їздового полотна $\Gamma-10,5$ м (дві смуги руху по 3,75 м і дві смуги безпеки по 1,5 м) і тротуари шириною по 2,25 м (для пішоходів і

велосипедистів), як для міського моста. Для розширення і підсилення балок прольотних будов, як і в інших аналогічних випадках, прийнята розроблена в ГНДЛ-88 конструкція монолітної залізобетонної накладної плити з консолями, довжина яких в даному випадку складала по 3,9 м (рис.4,б). На консолях розташовували тротуари і частково смуги безпеки – лише 1,05 м із загальної ширини 1,5 м. Смуги руху за межі існуючих балок не виходили.Тобто в цілому має місце абсолютно сприятливий і безпечний розподіл навантажень на розширену прольотну будову: більші навантаження на підсилені балки, менші – на консолі накладної плити.

Експертиза запропонувала альтернативний варіант розширення прольотної будови моста: ...«забезпечення нормальних умов руху транспорту на ділянці мостового переходу... шляхом розширення мосту до нормативного (?) габариту від 8,5 до 9,5 м шляхом добудови опор і прольотних будов...».

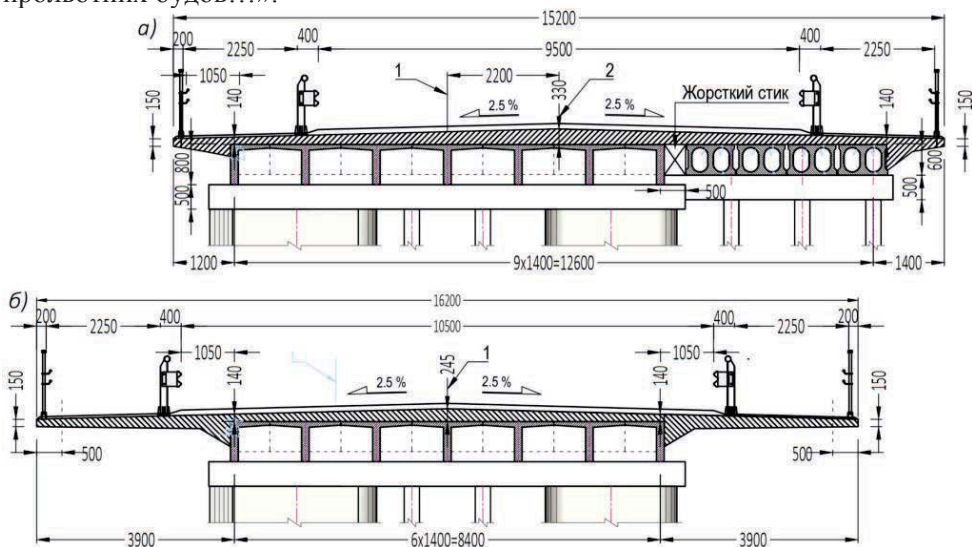


Рис. 4. Міст через р. Іква по вул. Замковій у м. Дубно на а/д Доманське (на Брест) – Мамалига (на Кишинів)

а – варіант розширення прольотної будови односторонньою добудовою за пропозицією державної мостової експертизи; б – варіант розширення прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою, розробленою в ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка»

1 – існуюча вісь моста і дороги, 2 – зміщена вісь моста при його розширенні односторонньою добудовою

Для порівняння з рекомендованим ГНДЛ-88 варіантом ескізно розроблено один з можливих варіантів, запропонованих експертизою (рис.4,а).Це досить поширений у свій час (у початковий період вирішення проблеми розширення мостів) варіант так званої односторонньої (несиметричної) добудови. Порівняно з іншими він вигідний тим, що під час виконання робіт існуючий міст продовжують використовувати для руху транспорту, принаймні

частково – до влаштування зверху балок монолітної залізобетонної плити. Але навіть лише візуальне порівняння цих варіантів без техніко-економічних розрахунків однозначно свідчить про значно більшу економічну ефективність розширення залізобетонною накладною плитою, яка не потребує додаткових робіт з добудови опор і прольотних будов, а кошторисна вартість розширення майже в два рази менша при кращих експлуатаційних показниках.

Крім того при односторонній добудові на 2,1 м зміщується вісь існуючого моста, а відповідно і вісь дороги, що потребує виконання значного об'єму робіт з перебудови ділянок дороги на підходах до моста.

Проаналізована також і друга пропозиція – зменшення габариту їздового полотна до 9,5 м (замість прийнятого в проекті 10,5 м), тобто на 1,0 м. При варіанті розширення накладною плитою з консолями це можливо зробити лише одним способом – зменшенням довжини консольних ділянок накладної плити на 50 см з кожної сторони (див. рис.4,6). За розрахунками це дає економію 0,6% загальної кошторисної вартості реконструкції 11,8 млн. грн, точність розрахунку якої складає 2-4%, тобто зменшення габариту практично не зменшує вартість реконструкції, але суттєво погіршує такі важливі експлуатаційні показники як безпека і комфортність руху, оскільки на 0,5 м зменшує смуги безпеки їздового полотна.

Загалом на даний час серед спеціалістів загальноновизнаним є той факт, що спосіб розширення накладною плитою порівняно з іншими є найменш затратним і дозволяє комплексно вирішити основні завдання реконструкції і забезпечення вантажопідйомності, пропускної здатності, безпеки і комфортності руху, надійності і довговічності за вимогами чинних норм проектування нових мостів. Він придатний практично для розширення всіх типів автодорожніх мостів малих і середніх прольотів на автодорогах України.

Взагалі оцінюючи зміст рецензії експертизи в цілому однозначно слід відзначити її вкрай незадовільний низький технічний рівень та низький рівень компетенції експерта і його незнайомство з новітніми науково-технічними і конструкторськими розробкамивітчизняної науки з проблеми розширення і реконструкції автодорожніх мостів.

Висновки. Раціональне використання консольних зв'язів значної довжини при формуванні прольотних будов автодорожніх мостів дає можливість оптимізувати їх поперечні перерізи як для нових, так і реконструйованих мостів та одержати значну економію матеріалів і коштів без будь-яких втрат експлуатаційних показників і споживчих властивостей.

1. Emperger F. Handbuch für Eisenbetonbau. (Zweite Auflage); Sechster Band: Brückenbau / F. Emperger // - Berlin: Verl. W. Ernst und Sonn, 1912. – 511 s.

2. Melan J. Der Brückenbau; II Band / J. Melan // - Leipzig/Wien: F. Deutche, 1924.-450 s.

3. Mörsch E. Der Eisenbetonbau; II Band, 2. Teil (Brücken). / E. Mörsch // - Stuttgart: Verl. von K. Wittwer, 1930. -320s.

4. Z. Wasiutyńskii in. Budownictwobetonowe; tom XIV, Mosty (Cz 1 i Cz 2) / Z. Wasiutyńsky // - Warszawa: Arkady, 1967. -669 s.

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

Polyvanov N.Y. Zhelezobetonnye mosty na avtomobyl'nykh dorozhakh/ N.Y.Polyvanov// -М.:Avtotransydat,1956.-624s.

6. Кваша В.Г. Естетика реконструйованих мостів/В.Г. Кваша, Л.В.Салийчук, Р.А.Шуляр//36. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.-Рівне.НУВГП, 2019, -Вип.37,-с.276-286.

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

7. Кожушко В.П. Розрахунок нескінчених консольних смуг./В.П. Кожушко, С.А. Біндюг//36. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.-К.:НТУ,2002.-Вип.64.-с.125-127.

Kozhushko V.P. Rozrakhunok neskinchenykh konsolnykh smuh./V.P. Kozhushko, S.A. Bindyuh//Zb. Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo.-K.:NTU,2002.-Vyp.64.-s.125-127.

8. Типовые проекты сооружений на автомобильных дорогах (Вып.56. Пролетные строения железобетонные, сборные с каркасной арматурой периодического профиля)//-М.:Союздорпроект,1958,-55с.

Типовые проекты сооружени на avtomobyl'nykh dorozhakh (Вып.56. Proletnye stroeniya zhelezobetonnye, sbornyye s karkasnoi armaturoi peryodycheskoho profylya)//-М.:Soiuzdorproekt,1958,-55s.

9. 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: НУ «ЛП»,2017.-53с.

Kvasha V.H. Katalog: Mosty ta shliakhoprovody, rekonstruiovani za proektamy Haluzevoi naukovo-doslidnoi laboratorii №88 (HNDL-88) Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnikha»/ V.H. Kvasha// -Lviv: NU «LP»,2017.-53s.

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

Kvasha V.H. Rezultaty eksperymentalnykh doslidzhen balkovoi zalizobetonnoi prolотноi budovy mosta za etapamy rekonstruktсии/ V.H. Kvasha, L.V. Saliichuk, V.S. Rachkevych, Semaniv L.Ia.// Visnyk NU «Lvivska politekhnikha»: Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva.-Lviv: NU «LP»,2017-№877-s.166-179.