

Якщо порівняти результати дослідження ГКЖ-11Н і ГКЖ-11К, то бачимо, що застосування метилсиліконату калію є дещо надійнішим порівняно з метилсиліконатом натрію. По-перше, зменшення стовпа води для ГКЖ-11К є меншим, по-друге, на відміну від ГКЖ-11Н під плиткою, просоченою метилсиліконатом калію, краплі проступають значно повільніше, а водяні плями відсутні. Такі результати підтверджуються світовою практикою виробництва та використання водорозчинних матеріалів для відновлення горизонтальної гідроізоляції будівель методом ін'єкції в попередньо висвердлені отвори. AQUAFIN-F (SCHOMBURG, НІМЕЧЧИНА); AIDA-KIESOL (REMMERS, НІМЕЧЧИНА); ADEXIN-HS (DEITERMANN, НІМЕЧЧИНА); WAKER BS 15, WAKER BS 20 (WAKER, НІМЕЧЧИНА); RHODORSIL SILICONATE 51 T (RHODIA, ФРАНЦІЯ), як свідчить інформація, отримана із технологічних інструкцій їх використання, є матеріалами, отриманими на основі метилсиліконату калію.

**Висновки:** 1. Для отримання водорозчинних матеріалів із суміші різних компонентів для відновлення горизонтальної гідроізоляції будівель методом ін'єкції в попередньо висвердлені отвори необхідно використовувати ГКЖ-11К, а не ГКЖ-11Н.

2. Цей матеріал, очевидно, є одним із складників таких матеріалів, оскільки керамічні матеріали, просочені ним, слабо витримують тиск водяного стовпа.

3. Використання інших досліджуваних матеріалів для гідроізоляції є утрудненим через нерозчинність їх у воді.

*1. Соболевский М.В., Музовская О.А., Попелева Г.С. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов. – М.: Химия, 1975. – 296 с. 2. Ілів В.В., Гивлюд М.М., Котів М.В. Підвищення довговічності будівельних матеріалів і будівель кремнійорганічними речовинами // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – № 441. – С. 79–82. 3. Круглицкая В.Я., Никулина А.Ф., Коваленко А.В. Защитные покрытия на основе кремнийорганических пленкообразующих материалов // Прогресс. лакокрасоч. матер. и их применение. – М., 1990. – С. 66–70*

УДК624.21

**В.Г. Кваша, Т.П. Ковальчик, Л.В. Салійчук**  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра будівельної механіки

## **ДОСВІД РОЗШИРЕННЯ БАЛКОВИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОЛЪОТНИХ БУДОВ МОНОЛІТНОЮ ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ НАКЛАДНОЮ ПЛИТОЮ**

© Кваша В.Г., Ковальчик Т.П., Салійчук Л.В., 2007

**Описано конструктивні рішення розширення залізобетонних прольотних будов різних типів монолітною залізобетонною накладною плитою. Наведено основи розрахунку розширених прольотних будов та результати їх випробувань до та після підсилення.**

**The structural decisions of expansion of reinforced concretes span structures of different types by the monolithic reinforced concrete superimposed slab are described. Bases of calculation of the extended span structures and results of their tests before and after strengthening are presented.**

**Вступ. Постановка питання.** Розширення автодорожніх мостів старої побудови як технічна і наукова проблема мостобудування стала особливо актуальною після введення в дію норм проектування мостів СНіП 2.05.03-84, в яких порівняно з попередніми кардинально змінились вимоги до пропускної здатності і безпеки руху транспортних засобів і пішоходів, що відобразилось

введенням до складу їздового полотна смуг безпеки і, як наслідок, призвело до збільшення нормованих габаритів. Якщо за старими нормами їх призначали залежно від довжини моста і на дорозі однієї категорії, могли бути мости з габаритами 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 доріг II і III технічних категорій збільшилась відповідно до 11,5 і 10,0 м, а ширина тротуарів – до 1,0–1,5 м. Відмічені зміни нормованих вимог до габаритів призвели до того, що більшість мостів, збудованих за останні 40–50 років, не задовольняють нормованим транспортно-експлуатаційним вимогам за пропускнуою здатністю та безпекою руху і потребують розширення габариту проїзної частини і тротуарів.

Серед відомих базових способів розширення одним з найбільш ефективних вважають застосування залізобетонної накладної плити з консолями, яку влаштовують поверх існуючих балок без розширення і реконструкції опор [1, 2, 3, 5, 6]. За рахунок включення накладної плити у 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 в комплексі розв'язує 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, покращання динамічних характеристик, заміна елементів мостового полотна з відмовою, як правило, від дефектних деформаційних швів, покращання умов і комфортності руху, надання споруді сучасного архітектурного вигляду тощо.

Застосування плоскої монолітної накладної плити дає змогу надійно забезпечити її сумісну роботу з існуючими балками і максимально спростити технологію влаштування [5]. Однак, незважаючи на істотні її переваги, існують доволі жорсткі рекомендації щодо раціональних меж застосування монолітної накладної плити для розширення прольотних будов різних типів. Так, в [1, 2] стверджується, що з умов компенсації дії додаткової ваги за рахунок збільшення робочої висоти перерізу існуючих балок після включення в роботу накладної плити рекомендованою областю її застосування є: для ребристих прольотних будов завдовжки від 8,0 до 18,0 м – з вильотом консолі до 3,0 м, завдовжки 18–24 м з консолю до 2,0 м, за довжини більше 24,0 м накладну плиту застосовувати нераціонально, а для монолітних ребристих прольотних будов застосування накладної плити вважається взагалі неможливим через незначне збільшення висоти перерізу складеної балки.

Досвід ГНДЛ-88 Національного університету «Львівська політехніка» з розробки конструктивних рішень і проектування розширення різних типів прольотних будов монолітною залізобетонною накладною плитою та їх реалізація на об'єктах експериментальної реконструкції [5, 6, 9–14] переконливо свідчить про можливість значного розширення діапазону застосування плоскої монолітної накладної плити та спростовує викладені вище недостатньо обґрунтовані рекомендації роботи [1] щодо обмеження області її раціонального застосування.

**Мета роботи** – узагальнити досвід ГНДЛ-88 з проектування і впровадження на експериментальних об'єктах реконструкції системи розширення прольотних будов плоскою монолітною залізобетонною накладною плитою при забезпеченні їх габаритів і вантажопідйомності згідно з вимогами чинних норм проектування нових мостів. Нижче наведені характерні приклади конструктивних рішень розширення, особливості методики розрахунку розширених прольотних будов та виконання робіт з бетонування накладної плити для декількох типів монолітних і збірних прольотних будов з балок без попереднього напруження і попередньо напружених, основою реконструкції яких було розширення габариту плоскою монолітною залізобетонною накладною плитою. Проектна документація на реконструкцію усіх описаних нижче мостів розроблена в ГНДЛ-88 Національного університету «Львівська політехніка».

**Конструктивні рішення розширення прольотних будов.** Першим об'єктом реконструкції був автодорожній міст на місцевій дорозі в населеному пункті в передгір'ї Карпат, збудований в період 1920–1930-х років [10–12]. Прольотна будова моста з монолітного залізобетону, балкова,

перехресно ребриста, однопрольотна завдовжки 8,8 м (прольот у світлі – 8,0 м), завширшки 5,5 м без тротуарів з набетонованим з країв колесовідбійним брусом. Поздовжні і поперечні балки мають однакову висоту 70 см подібно до кесонного переkritтя. В поперечному перерізі прольотна будова складається з чотирьох балок з кроком 160 см, об'єднаних між собою двома поперечними балками в прольоті і двома над опорами, а також монолітною залізобетонною плитою проїзної частини завтовшки 15–18 см. Прольотна будова вільно оперта на масивні бетонні опори без опорних частин.

Бетонували прольотну будову в дерев'яній опалубці. За щільністю структури якість бетону задовільна. За міцністю, визначеною неруйнівним методом, він відповідає класу В15. Балки армовані гладкою круглою арматурою, яка відповідає марці сталі ст.3 (клас А-I). Процент армування балок дещо більший за 2 %.

Опори бетонні, масивні заввишки 2,5–2,8 м, на масивних бетонних фундаментах, природною основою яких є зцементований пісковик. Стан опор задовільний. Їх несуча здатність і несуча здатність фундаментів достатня для сприйняття зусиль після розширення прольотної будови.

Крайні балки мають місцеві відшарування захисного шару бетону, оголення окремих стрижнів арматури та її поверхневу корозію. Ці дефекти легко усуваються під час ремонту. Середні балки і плита проїзної частини дефектів не мають. Загалом стан прольотної будови задовільний і вона може бути використана під час реконструкції.

Реконструкцію моста передбачене розширення прольотної будови до габариту їздового полотна 9,0 м з двосторонніми тротуарами по 1,5 м (рис. 1, а). Для розширення застосовано монолітну залізобетонну накладну плиту з консолями завдовжки 4,0 м за однією із схем, описаних у [5, 6, 11]. Консолі накладної плити мали ламаний профіль зі збільшенням висоти перерізу до 60 см біля примикання до грані крайньої балки. Накладну плиту об'єднували для сумісної роботи з існуючими балками шпонковими з'єднаннями [3], деталі яких описано нижче.

Велике значення (в окремих регіонах до 85 %) в складі парку мостів України мають типові діафрагмові і бездіафрагмові прольотні будови з багаторядковою каркасною арматурою за ТП вип. 56 і 56д (бездіафрагмові). Тому розробка способів їх розширення має велике практичне значення для нормального функціонування мережі доріг. Нижче наведено декілька характерних прикладів розширення прольотних будов цих типів плоскою монолітною залізобетонною накладною плитою за розробками ГНДЛ-88 [6, 9, 14].

Існуючий шляхопровід через залізницю розташований в населеному пункті на км 75+703 автодороги державного значення Стрий–Чернівці з перспективною інтенсивністю руху за нормами II технічної категорії. Він збудований орієнтовно у 1962–1963 рр. за трьохпрольотною балковою розрізною конструктивною схемою 11,4+22,2+11,4 м загальною довжиною 47,5 м з габаритом проїзної частини 8 м і тротуарами по 0,75 м [9].

Крайні прольотні будови зібрані з шести бездіафрагмових таврових балок завдовжки 11,36 м (за ТП вип. 56д), розташованих з кроком 1,66 м поперек прольоту і об'єднаних між собою в межах товщини полиці замоноліченим поздовжнім швом завширшки 36 см з петльовими арматурними випусками.

Прольотна будова середнього прольоту перехресно-ребриста з монолітного залізобетону за конструкцією балок і діафрагм аналогічна до типових збірних діафрагмових прольотних будов за ТП вип.56, запроектованих під навантаження Н-18 і НК-80.

Берегові опори з однорядних забивних паль перерізом 35×30 см, об'єднаних зверху монолітною залізобетонною насадкою з шафовою стінкою і відкрилками. Проміжні опори збірно-монолітної конструкції, одностовпчасті круглі діаметром 1,2 м з двоконсольним ригелем завдовжки 9,8 м і висотою перерізу 190 см над стовпом і 95 см на краю консолі. Фундаменти під опори – бетонні, масивні на природній основі.

Наявна ширина проїзної частини 8,0 м без смуг безпеки не відповідає експлуатаційним вимогам для дороги II технічної категорії за пропускнуою здатністю, безпекою і комфортністю руху. Тротуари завширшки 0,5 м також не відповідають умовам пішохідного руху. Розташування шляхопроводу в населеному

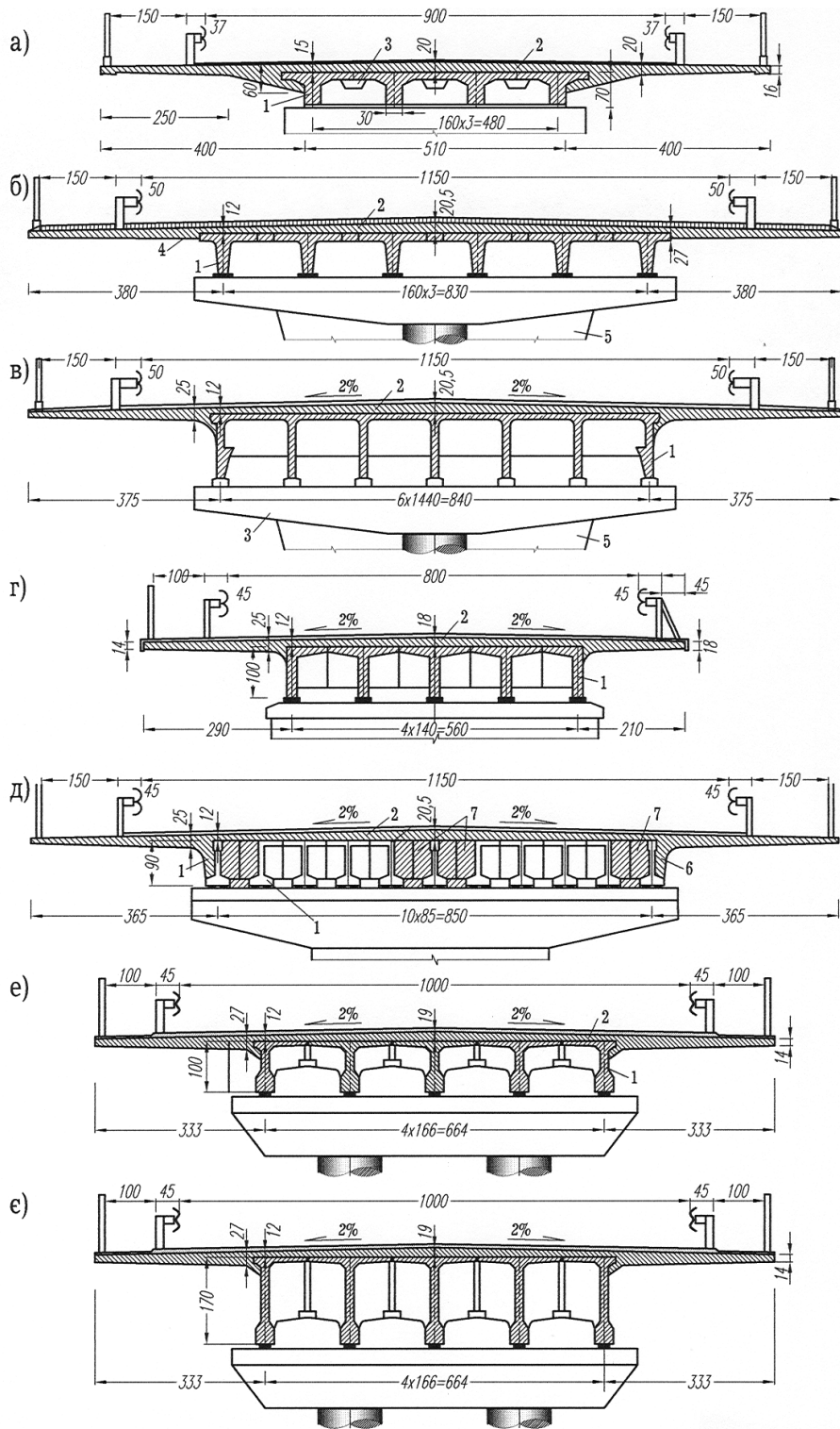


Рис. 1. Схеми розширення прольотних будов різних типів монолітною залізобетонною накладною плитою:  
 1 – існуючі прольотні будови; 2 – монолітна залізобетонна накладна плита з консолями;  
 3 – шпонкове з'єднання накладної плити з існуючими балками; 4 – вмонітований клеєстрижневий анкер;  
 5 – залізобетонні стіни підсилення ригеля опори; 6 – обетонування фасадної поверхні крайньої балки;  
 7 – монолітні вставки підсилення балок

пункті на затяжному ухилі, перетин ним залізничної колії, часті перевищення швидкості автотранспорту, що рухається, на спуск за недостатньої ширини мостового полотна підносить його до об'єктів потенційної аварійності на цьому відтинку дороги. Загалом мостове полотно з

експлуатаційними облаштуваннями шляхопроводу знаходиться в незадовільному стані і потребує повної заміни з доведенням габариту до нормативів дороги II технічної категорії Г-11,5+2×1,5 м. Балки крайніх прольотів практично не мають дефектів і знаходяться в задовільному стані. Прольотна будова середнього прольоту також має задовільний стан, крім крайніх балок, які мали ніздрювату структуру бетону в розтягнутій зоні, численні відшарування захисного шару, силові тріщини в пакеті робочої арматури і під час реконструкції потребували ремонту, а за результатами розрахунку розширеної прольотної будови і підсилення. Ремонт балок полягав у видаленні слабкого бетону розтягнутої зони і в повторному її бетонуванні, а підсилення виконане додатковим зовнішнім армуванням наклеєними вуглепластиками CFRP, що детально описано в [9].

Після виконання робіт з ремонту і підсилення прольотні будови середнього і крайніх прольотів розширені до габариту за нормативами дороги II технічної категорії Г-11,5+2×1,5 м плоскою монолітною залізобетонною накладною плитою з довжиною консолей 380 і 375 см (рис. 1, б, в) [9]. Накладну плиту об'єднували з існуючими балками гнучкими петльовими арматурними анкерами, розташованими вздовж балок з кроком 135 см.

В середньому прольоті зовнішню консоль крайньої балки зрубували, а консоль накладної плити жорстко приєднували безпосередньо до ребра балки (рис. 1, в). У крайніх прольотах консоль накладної плити об'єднували з консоллю крайніх балок за допомогою вмонтованих стрижневих анкерів (рис. 1, б). Ригель проміжних опор підсилений добетонуванням в його площині конусоподібних залізобетонних стін, розширених доверху і підведених під ригель для зменшення вильоту його консолей [9].

Застосування монолітної накладної плити особливо ефективно в комбінації з перетворенням розрізної системи прольотної будови в нерозрізну, що дає змогу зміною її статичної схеми істотно розвантажити існуючі балки в прольотах, а також уникнути влаштування деформаційних швів. Цей варіант розширення реалізований під час реконструкції моста через р. Уж біля села Поліське на автодорозі Виступовичі–Овруч–Могилів–Подільський [14]. Існуючий міст залізобетонний, балковий, розрізний за конструктивною схемою 4×16,8 м загальною довжиною 73,04 м з габаритом Г-6+2×0,75 м, збудований у 1958–1959 рр. Прольотні будови усіх прольотів перехресно ребристі, збірні з балок за ТП вип. 56. Берегові опори масивні обсіпні стояни зі зворотними стінами, проміжні – масивні із монолітного бетону. По контуру тіло опор конструктивно армоване сітками. Фундаменти опор масивні, неглибокого закладання завглибшки до трьох метрів, на природній скелястій основі. Опорні частини металеві, тангенціальні, встановлені на залізобетонні підферменники опор. Над береговими і проміжними опорами влаштовані деформаційні шви закритого типу.

За результатами обстеження стан прольотних будов визнаний задовільним, крім крайніх балок, які мали численні оголення арматури, її поверхневу корозію і потребували капітального ремонту, який включав видалення відшарованого бетону захисного шару, відкриття арматури, очищення її від корозії і подальший захист антикорозійним покриттям, повторне відновлення захисного шару мокрим торкретуванням нижньої частини балок [14].

Прольотна будова розширена монолітною накладною плитою до габариту проїзної частини 8,0 м з одностороннім тротуаром 1,0 м для пропуску у перспективі двох смуг руху в одному напрямку (рис. 1, г). Сумісну роботу накладної плити з існуючими балками забезпечували гнучкими петльовими анкерами, розташованими вздовж прольоту з кроком 135 см.

Нерозрізність над проміжними опорами (рис. 2) створювали бетонуванням в проміжках між опорними діафрагмами існуючих балок 1 потужних армованих опорних ребер 3, об'єднаних з накладною плитою 2, яку в надопорних ділянках для сприйняття опорного згинального моменту додатково армували сітками. З цією ж метою зварюванням арматурних коротунів об'єднували в надопорному перерізі верхні стрижні 2Ø32, розміщені в ребрах існуючих балок суміжних прольотів.

Для сприйняття опорного моменту на приопорній ділянці між суміжними крайніми найбільше навантаженими балками влаштовано нижню плиту стиску 4. В такий спосіб ребра балок разом з нижньою і верхньою плитами утворюють на цій ділянці коробчастий переріз, що значно збільшує поперечну жорсткість прольотної будови. Для бетонування нижньої плити верхню полицю існуючих балок на відповідних ділянках видалляли, що забезпечувало вільний доступ в зону бетонування.

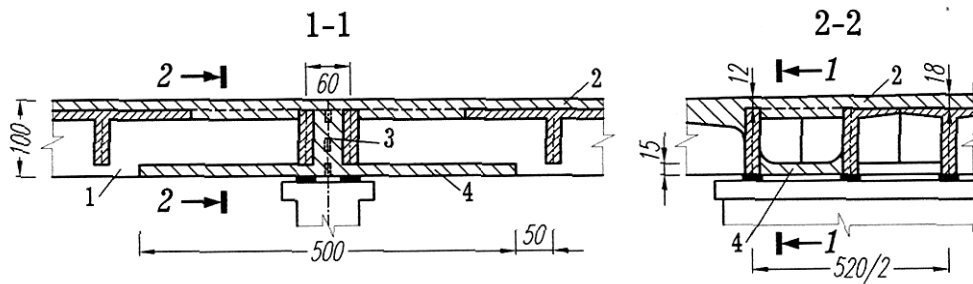


Рис. 2. Деталь надопорної ділянки прольотної будови під час перетворення її з розрізної в нерозрізну:  
 1 – існуючі балки; 2 – монолітна залізобетонна накладна плита; 3 – надопорне поперечне ребро;  
 4 – нижня плита стиску

Окрему групу становлять збірні перехресно-ребристі прольотні будови малих і середніх прольотів з попередньо напружених балок за типовими проектами різних випусків [6]. Серед них найбільшого розповсюдження набули два типи балок, які принципово відрізняються між собою за способом армування. Перший тип – це так звані струнобетонні балки завдовжки 11,36, 16,76 і 22,16 м, армовані високоміцним дротом  $\varnothing 3-5$  мм у вигляді натягнутих на упори пакетів струн. Типові проекти цих балок розроблені в 1960-х роках в УкрдортрансНДІ (тепер ДерждорНДІ) [13]. Другий тип – збірні залізобетонні балки завдовжки до 33,0 м, армовані пучками з високоміцного дроту діаметром 5,0 мм з натягом арматури на бетон або упори. Типові проекти таких балок розроблені в колишньому ПП «Союздорпроект» та в інших галузевих республіканських ПП. Переважна більшість прольотних будов з попередньо напружених балок мають задовільний технічний стан і достатню вантажопідйомність, але не задовольняють нормованим вимогам за габаритом проїзної частини і потребують розширення, а за наявності дефектів в балках – і їх підсилення. Крім того, за результатами випробувань істотним недоліком їх також є незадовільні динамічні характеристики. Як показують випробування [7, 8], за швидкостей руху транспортних засобів в діапазоні 20–40 км/год, що характерно для вузьких мостів, існує збіжність частот власних і вимушених коливань, тобто робота балок в найбільш невідгідному, резонансному режимі. Тому для виведення їх з резонансної зони частот і амплітуд коливань необхідне збільшення експлуатаційної швидкості транспортних засобів і маси прольотних будов, що забезпечує їх розширення накладною плитою. Нижче наведено характерні приклади розширення прольотних будов з описаних типів попередньо напружених балок монолітною залізобетонною накладною плитою.

Існуючий міст через р. Бистриця біля с. Уріж на автодорозі Борислав–Мостиська збудований у 1969–1970 рр. за розрізною схемою  $8 \times 16,8$  м з габаритом  $\Gamma-7,0+2 \times 1,0$  м. Загальна довжина моста – 134,8 м. В поперечному перерізі прольотна будова складена з одинадцяти струнобетонних балок завдовжки 16,76 м за ВТП-16, об'єднаних між собою по діафрагмах зварюванням суміжних закладних деталей металевими накладками [13].

Проміжні опори масивні, бетонні, з залізобетонними двоконсольними ригелями заввишки 1,1 м і вильотом консолі 2,25 м. Фундаменти опор масивні, неглибокого закладання на природній основі, якою є шар гравійно-галькового ґрунту з піщаним заповнювачем. Берегові опори – залізобетонні стояни полегшеного типу з дворядних забивних залізобетонних паль, об'єднаних насадкою з шафовою стінкою. Балки опираються на опори через опорні частини ковзання з двох плоских металевих пластин.

Проїзна частина має напливи асфальтобетону, вибоїни завглибшки 5–8 см, поперечні тріщини в покритті, численні розриви гідроізоляції, розгерметизовані і частково зруйновані деформаційні шви, а загалом незадовільний стан і під час реконструкції потребує повної заміни. Під час експлуатації товщина шарів покриття досягла 20–25 см.

У крайніх балках прольотних будов бетон захисного шару на значних ділянках відшарований, попередньо напружені струни інтенсивно кородують, а в окремих балках близько 15–20 струн обірвані, що значно знижує їх несучу здатність. Стан середніх балок задовільний, хоча на деяких з них відмічені сліди корозії струн, які не мали достатнього захисного шару бетону. Через численні

розриви гідроізоляції і просочування води поверхні нижньої полиці балок, в якій розміщений пакет попередньо напружених струн, зволожені. Якщо цього не ліквідувати, то в найближчі роки стан цих балок буде такий самий, як і крайніх.

Стан опор моста загальною задовільний, але внаслідок значних місцевих розмивів русла і підмивів основи під фундаментами за неглибокого їх закладання практично усі проміжні опори в межах русла мають нерівномірні осідання і крени поперек моста до 20–30 см. У зв'язку з нерівномірним осіданням опор і практичною неможливістю прогнозування їх поведінки вони потребують підсилення.

Отже, беручи до уваги стан несучих елементів існуючого моста, основними завданнями його реконструкції є розширення прольотної будови за нормативами дороги II технічної категорії, підсилення балок для сприйняття нормованих тимчасових навантажень, вирівнювання горизонтального положення прольотних будов та підсилення опор для попередження подальших нерівномірних осідань.

Прольотна будова моста розширена до габариту Г-11,5+2×1,5 м монолітною залізобетонною накладною плитою з виступаючими консолями завдовжки 365 см. (рис. 1, д). Її консольні ділянки мають профіль змінного перерізу висотою від 14 на кінці до 25 см біля примикання до крайньої балки з видаленою консоллю полиці. Для створення поперечного ухилу товщина плити змінюється від 12 по осі крайньої балки до 20,5 см – по осі прольотної будови. Особливістю влаштування накладної плити є одночасне обетонування зовнішнім вертикальним ребром пошкоджених фасадних поверхонь крайніх балок, що значно покращує архітектурну виразність фасаду та забезпечує довговічність крайніх балок. Накладну плиту об'єднують для сумісної роботи з існуючими балками за допомогою жорстких анкерів з кутників, вмонтованих в поздовжні монолітні вставки підсилення балок.

Дві пари крайніх балок і три середні, підсилені влаштуванням в проміжках між їхніми ребрами монолітних армованих вставок, включених у сумісну роботу з існуючими балками, а через вмонтовані в них анкери – і з монолітною накладною плитою (рис. 1, д). За допомогою монолітних вставок, які в прольотах армовані нижньою, а над опорами і верхньою поздовжньою арматурою, змінена статична схема прольотної будови з розрізної в нерозрізну, що, своєю чергою, також підсилює існуючі балки. Додаткова надопорна арматура у вигляді сіток розміщена і в накладній плиті.

Підсилення проміжних опор виконане влаштуванням з обох боків буронабивних стовпів діаметром 1,0 м з розширеною до 1,8 м п'ятою, яка на глибині 16,0 м від дна ріки опирається на шар твердих аргелітоподібних глин. Зверху стовпи об'єднані між собою і з балками прольотних будов монолітним залізобетонним ригелем, розміщеним в межах висоти існуючих балок і накладної плити розширення прольотної будови [13].

Наступним об'єктом реконструкції був міст через р. Уж на км 148+997 автодороги М-07 Київ–Ковель–Ягодин збудований у 1967 р., балковий, багатопрольотний, розрізний за конструктивною схемою 16,8+33,0+2×16,8 м загальною довжиною 84,0 м з габаритом Г-7+2×1,0 м. Тротуари підвищеного типу із накладних збірних залізобетонних блоків.

У поперечному перерізі кожного прольоту розташовано п'ять збірних попередньо напружених діафрагмових балок з кроком 1,66 м. Русловий прольот перекритий балками завдовжки 32,96 м за ТП 149-62 “Союздорпроект”, а примикаючі до нього – балками завдовжки 16,76 м за ТП 490 ПІ “Дніпродіпротранс”. Висота балок середнього прольоту – 1,7 м, крайніх – 1,0 м, армування – відповідно десять і п'ять пучків з високоміцного дроту по 24Ø 5В ПІ. Поперек прольоту балки об'єднані між собою поперечними діафрагмами, зстикованими для кожної пари суміжних балок зварними стиками на металевих накладках.

Берегові опори – залізобетонні обсипні стояки козлового типу. Проміжні – залізобетонні двостовпчасті зі збірно-монолітним ригелем П-подібного перерізу загальною довжиною 780 см. Фундаменти опор залізобетонні, масивні на скелястій основі. Балки 16,76 м встановлені на рухомі і нерухомі металеві опорні частини тангенціального типу, для балок завдовжки 32,96 м рухомі опорні частини – металеві валкові, нерухомі – тангенціальні.

Ширина проїзної частини – 7,0 м не відповідає вимогам чинних норм за пропускнуою здатністю, безпекою і комфортністю руху. Покриття має численні вибоїни, тріщини, перекося профілю. Гідроізоляція в багатьох місцях протікає, періодично замочуючи бетонні поверхні балок. Тротуари мають численні проломи. Загалом стан мостового полотна незадовільний і під час реконструкції він потребує заміни.

Крайні балки усіх прольотів мають місцеві відколи захисного шару з оголенням і корозією арматури. Середні балки мають незначні дефекти і потребують лише профілактичного ремонту. Внаслідок протікання води через гідроізоляцію в стиках поперечних діафрагм стикові накладки оголені і інтенсивно кородують.

Загалом за результатами обстеження технічний стан несучих конструкцій прольотних будов і опор задовільний і їх можна використати під час реконструкції.

Прольотні будови розширені до габариту 10,0 м з тротуарами по 1,0 м монолітною залізобетонною накладною плитою з виступаючими за крайні балки консолями завдовжки 333 см (рис. 1, е, є). Сумісна робота накладної плити з існуючими балками забезпечується петльовими анкерами, розташованими вздовж балок з кроком 150 см.

Для забезпечення несучої здатності крайніх балок прольоту  $L=33,0$  м на нормовані ДБН В.2.3-14:2006 тимчасові навантаження А15 і НК-100 виконане їх підсилення чотирма вуглепластиковими стрічками CFRP поперечним перерізом  $120 \times 1,4$  мм (M1214), наклеєними епоксидним двокомпонентним клеєм SikaDur30 на нижню і бокові поверхні нижньої розтягнутої полиці після відповідної підготовки поверхонь.

**Елементи об'єднання накладної плити з існуючими балками.** Сумісна робота накладної плити з існуючими балками і передача зсуваючих сил в горизонтальних швах сполучення, яка забезпечує напружено-деформований стан складеного перерізу, близький до відповідного стану суцільного, забезпечується об'єднанням спеціальними анкерними елементами, які сприймають зсуваючі і відриваючі зусилля, а також динамічні дії. Залежно від типу розширюваної прольотної будови застосовували різні типи дискретних зв'язків.

При розширенні монолітної прольотної будови за рис. 1, а накладну плиту об'єднували з існуючими поздовжніми і поперечними балками через плиту проїзної частини шпонковими з'єднаннями з жорсткою арматурою (рис. 3, а). Шпонки розміщували вздовж і поперек прольоту між ребрами балок в пробитих в існуючій плиті вікнах розмірами  $30 \times 30$  см, в які вертикально до площини зрізу між старим і новим бетоном заводили жорстку арматуру з кутників. Для забезпечення надійної роботи шпонок на відрив і закриття відколів на нижній поверхні плити за пробивання в ній вікон з боку її нижньої поверхні влаштовані армовані анкерні потовщення. Шпонки бетонували одночасно з бетонуванням накладної плити.

У прольотних будовах за ТП вип. 56 і 56д (рис. 1, б, в, з) сумісну роботу накладної плити з існуючими балками забезпечували їх об'єднанням за допомогою гнучких петльових анкерів, приварених до місцево оголеної верхньої поздовжньої арматури  $2\text{Ø}32$  мм в кожному ребрі (рис. 3, б).

У прольотній будові із струнобетонних балок накладну плиту об'єднували з існуючими балками за допомогою жорстких анкерів з кутників, вмонтованих в поздовжніх монолітних вставках підсилення балок під час їх бетонування (рис. 3, в).

У прольотних будовах за рис. 1, е, є з попередньо напружених балок, армованих пучковою арматурою, накладну плиту об'єднували для сумісної роботи з існуючими балками петльовими анкерами, привареними до жорстких клеєштирьових упорів, кожен з яких закріплений до ребра балок двома стрижнями діаметром 22 мм, вклеєними цементно-епоксидним розчином SikaGroud 311 в заздалегідь висвердлені канали  $\text{Ø}25$  мм на глибину 140 мм.

В усіх типах розширених прольотних будов кількість анкерів та їх несучу здатність визначали за розрахунком згідно з рекомендаціями відповідних нормативних документів [2] і технічної літератури [3].



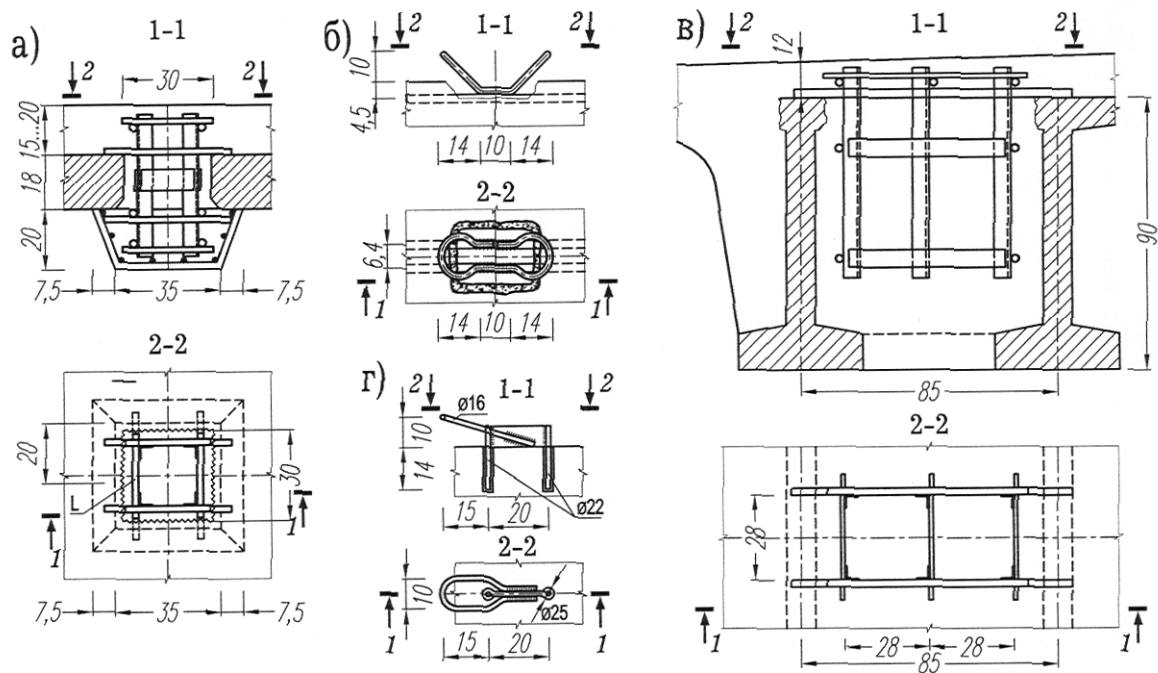


Рис. 3. Деталі об'єднання монолітної залізобетонної накладної плити з існуючими балками: а – шпункові з'єднання з жорсткою арматурою і нижнім анкерним потовщенням; б – гнучкі петльові анкери, приварені до місцево оголеної арматури 2Ø32; в – вмонічені жорсткі анкери з кутників; г – петльові анкери, закріплені до клеєштирьових упорів

**Особливості розрахунку розширених накладною плитою прольотних будов.** Розрахунок прольотних будов, розширених накладною плитою, включає два етапи:

- просторовий розрахунок прольотної будови для визначення зусиль в головних балках і консольній ділянці накладної плити;
- розрахунок головних балок, об'єднаних з накладною плитою і консольної ділянки накладної плити за 1-ю і 2-ю групами граничних станів. При цьому розрахунок балок складеного перерізу на стадії експлуатації (2-га група граничних станів) виконують з врахуванням поетапного прикладення навантажень, а також можливої зміни статичної схеми (наприклад, з розрізної в нерозрізну) [3]. На першій стадії (влаштування накладної плити) за розрізної статичної схеми існуючі балки розраховують на першу частину постійних навантажень (власна вага балок, вага накладної плити, випадкові монтажні навантаження). На другій стадії – після об'єднання накладної плити з існуючими балками і можливої зміни статичної схеми розрахунок проводять, як для балок складеного перерізу на дію другої частини постійних і тимчасових нормованих навантажень. Результати розрахунків за двома стадіями підсумовують.

Максимальні зусилля в крайній, найбільш навантаженій балці можна визначати за двома методиками – однією із загальновідомих: в допущенні пружної роботи прольотної будови (зокрема для попередньо напружених балок) і за відповідного обґрунтування, для прольотних будов без попереднього напруження – за розробленою в ГНДЛ-88 інженерною методикою просторового розрахунку залізобетонних перехресно-ребристих систем в пружно-пластичній стадії роботи найбільш навантажених балок внаслідок фізично нелінійного деформування залізобетону і зменшення жорсткості найбільш навантажених перерізів [4, 14]. Для встановлення залежності між згинальними моментами за пружним  $M_{el}$  і пружно-пластичним  $M_{ep}$  розрахунками використана діаграма прогинів (рис. 4), яка узагальнює вплив на напружено-деформований стан і жорсткість перерізів нелінійних деформацій бетону і арматури, тріщин, тривалості або повторності прикладення навантажень, статичної схеми тощо. Залежність між

згинальними моментами  $M_{el}$  і  $M_{ep}$  одержуємо з порівняння прогинів балок системи в пружній і пружно-пластичній стадіях роботи  $f_{el}=f_{ep}$  (рис. 4):

$$f_{el} = sM_{el}l_0^2 / (EI_{red}); \quad f_{ep} = s_1M_{ep}l_0^2 / B, \quad (1)$$

де  $EI_{red}$  – початкова жорсткість перерізу балки;  $B$  – фактична жорсткість перерізу балки за нелінійного деформування після утворення тріщин;  $s, s_1$  – коефіцієнти, що враховують статичну схему і схему навантаження у пружній і пружно-пластичній стадіях роботи. За експериментальними даними  $s_1/s=0,9$ , тоді

$$M_{ep} = 0,9M_{el}B / (EI_{red}). \quad (2)$$

Враховуючи значне збільшення поперечної жорсткості після влаштування накладної плити, поперечник прольотної будови можна приймати жорстким, а розподіл тимчасового навантаження між балками (КПР) за пружного розрахунку можна визначати за методом позацентрального стиску.

**Виконання робіт з бетонування накладної плити.** Реконструкція мостів, як правило, пов'язана з виконанням окремих нестандартних і відповідальних видів робіт. Серед них: влаштування анкерів, бетонування консольних ділянок накладної плити, виконання комплексу ремонтно-відновлювальних і захисних робіт.

Для бетонування консолей накладної плити під час розширення монолітної прольотної будови за схемою рис. 1, а влаштовували дерев'яну опалубку, яку збирали на місці з окремих брусків і дощок, укладених зверху дерев'яних риштувань, стояки яких опирали на дерев'яні лежневі упори, укладені на ущільнену ґрунтово-щебелеву основу. Незважаючи на ретельну підготовку і закріплення елементів опалубки, дощатий настил був виконаний без щільної підгонки дощок, які на окремих ділянках прогинались під вагою укладеного бетону, в непідігнані шви між дошками запливало цементне тісто. Тому нижня поверхня консольної ділянки накладної плити мала нерівності, напливи бетону, численні раковини, які погіршили її естетичний вигляд. Загалом використання дерев'яної опалубки для бетонування консолей не забезпечує належної якості відкритих поверхонь і їх естетичного вигляду.

Тому для бетонування консолей накладної плити на наступних об'єктах за схемами рис. 1, б, в, г, д та ін. в ГНДЛ-88 розроблена інвентарна підвісна металева опалубка, принципову схему якої показано на рис. 5, а. Опалубка складається з підвісної несучої системи у вигляді металевих спарених ферм 1, підвісних до балок прольотної будови через 2,7 м вздовж прольоту (в створі діафрагм), і для забезпечення жорсткості об'єднаних між собою вздовж прольоту зв'язковими фермами. На несучій системі монтують металеві блоки опалубки 2 з просторових ферм, покритих по контактній з бетоном поверхні металевим листом завтовшки 3 мм. Просторове положення блоків опалубки регулюють болтовими і клиновими пристроями, розташованими між спареними фермами.

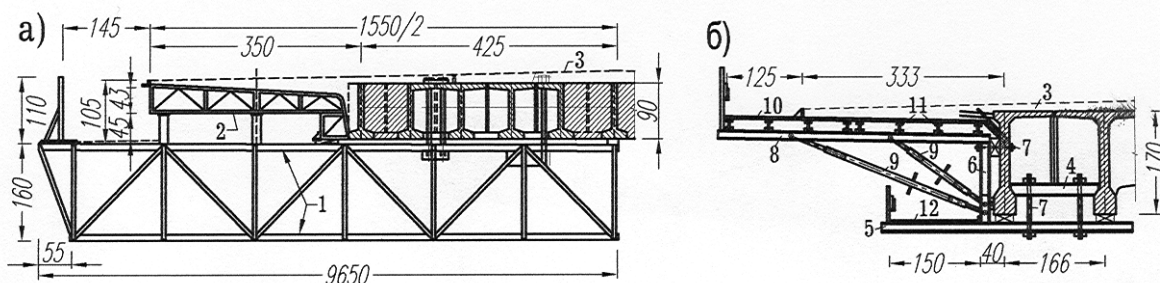


Рис. 5. Схеми підвісної опалубки ГНДЛ-88 (а) і фірми DoKa (б) для бетонування консолей накладної плити: 1 – підвісні металеві ферми; 2 – блоки опалубки; 3 – контур накладної плити; 4 – опорні поперечини; 5, 8 – нижній і верхній ригелі; 6 – стійка; 7 – стяжні болти; 9 – шпindelьні розкоси; 10 – дерево-фанерні плити; 11 – балки Н20Р; 12 – нижній робочий настил

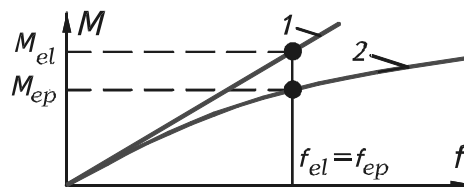


Рис. 4. Діаграми прогинів балки під час розрахунку за пружною (1) і пружно-пластичною (2) стадіями роботи

Інший варіант опалубки використали для бетонування консольних ділянок накладної плити під час розширення прольотних будов за схемами рис. 1, е, є (рис. 5, б) Опалубку зібрали зі стандартних елементів несучої опалубки TOP 50 фірми DoKa: сталевих ригелів WS10 і шпindelних розкосів різної довжини, з яких була змонтована підвісна несуча система опалубки (рис. 5, б), основним несучим елементом якої є опорні поперечини 4, оперті на консольні завіси нижньої полиці балок. До них болтами 5 притягували нижній ригель 5 зі стандартних елементів WS10. Стійки 6 впирали в ригель 5 і притягували болтами 7 через дерев'яні прокладки до ребра крайньої балки. Верхній ригель 8 опирали на стійку 6 і підтримували шпindelними розкосами Т6 і Т7 (9), якими регулювали проектне положення верхнього ригеля. Обшивка опалубки 10 з тришарових дерево-фанерних плит 3-SO 21 мм, опертих і закріплених цвяхами до стандартних балок Н20Р (11). Комплект об'єднувальних і кріпильних елементів опалубки підібраний з номенклатури виробів фірми DoKa.

Технологія бетонування накладної плити на розглянутих об'єктах реконструкції була різною. Так, на мостах за схемами рис. 1, а, д (монолітна і струнобетонна прольотні будови) через неможливість закриття руху і влаштування об'їзного моста накладну плиту бетонували почергово на обох половинах моста, використовуючи вільну смугу існуючої або заново влаштованої на забетонованій ділянці плити проїзної частини для одностороннього пропуску автотранспорту за схемами, наведеними в [2], при забезпеченні його регулювання з заданою швидкістю, інтервалом і в межах допустимої ваги транспортних засобів.

На інших об'єктах (рис. 1, б, в, з, е, є) плиту бетонували при закритому русі одночасно на всю ширину моста, під час використання опалубки за схемою рис. 5, а – захватками на наявний її комплект завдовжки близько 24,0 м. Показовим і технологічно найбільш сучасним було бетонування плити на мості за схемою рис. 1, е, є. Двосторонню підвісну опалубку (рис. 5, б) з елементів фірми DoKa встановлювали відразу на усю довжину моста, також на всі балки прольотних будов вмонтували клесштирьові анкери об'єднання з накладною плитою і виконували її армування, фрагмент якого показано на рис. 6. Після закінчення цих робіт бетонування накладної плити було безперервним на усю її площу розмірами 13,3 × 84 м. Бетонну суміш подавали бетононасосами, а її консистенцію з осадженням конуса 18–20 см забезпечували пластифікуючими додатками за рекомендаціями ДерждорНДІ. Склад бетонної суміші Ц:П:Щ=1:1,56:2,38 при В/Ц=0,39...0,41.

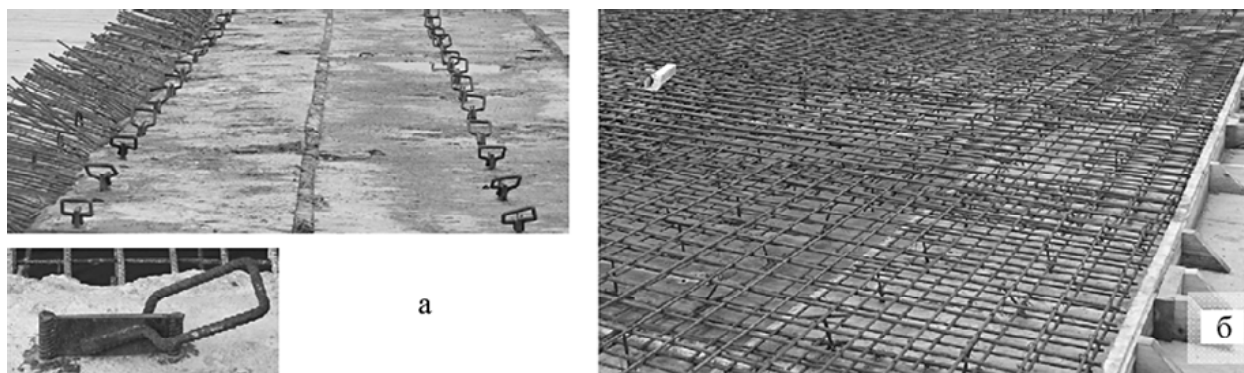


Рис. 6. Петльові анкери (а) та армування накладної плити (б)

Після виконання основних робіт на останньому етапі реконструкції виконували комплекс ремонтних і відновлювальних робіт з ліквідації пошкоджень і дефектів прольотних будов і опор, а також захисту їх від агресивних впливів довкілля та можливої корозії під час майбутньої експлуатації. Для їх виконання і забезпечення якості європейського рівня (типу «Євроремонт») як експеримент застосовували ремонтно-відновлювальні системи з високоякісних і довговічних матеріалів відомих фірм Sika, Gemite Produkt inc та ін. Як приклад, на рис. 7 показано загальний вигляд реконструйованого шляхопроводу в с. Вістова, Івано-Франківської області (рис. 1, б, в) після виконання такого ремонту. Аналогічні ремонти виконані і на інших описаних об'єктах реконструкції.

Основні види ремонтних робіт: видалення зруйнованих і прокородованих шарів бетону; відкриття арматури, піскоструменеве її очищення від корозії та захист антикорозійним покриттям; піскоструменева обробка відновлювальних поверхонь бетону; нанесення ремонтних матеріалів мокрим торкретуванням або оштукатурюванням; фарбування відкритих поверхонь захисними фарбами.



*Рис. 7. Загальний вигляд шляхопроводу в с. Вістова після реконструкції*

Основні групи ремонтних матеріалів: бетони і розчини для торкретування, заповнення раковин, репрофіляції поверхонь, ін'єктування тріщин; покриття з інгібіторами корозії для антикорозійного захисту арматури; фарби і покриття для захисту відремонтованих і існуючих бетонних поверхонь від карбонізації та агресивних впливів довкілля; ізоляційні матеріали для якісної ізоляції проїзної частини і тротуарів.

В основу вибору ремонтних матеріалів був покладений принцип об'єктивних економічних розрахунків за основним принципом господарювання в умовах ринкової економіки – ціна ремонтних систем (ціна + технологія), віднесена до гарантованого міжремонтного періоду експлуатації. Досвід застосування якісних ремонтних систем відомих міжнародних фірм показує, що здебільшого дороги, але високоякісні матеріали є більш рентабельними, ніж дешеві матеріали і технології, оскільки малий термін виконання робіт і тривалий післяремонтний період беззатратної експлуатації є найважливішим економічним чинником.

Проведена апробація на описаних об'єктах фірмових матеріалів і технологій ремонту показала, що вони є ефективними, доступними за вартістю і можуть широко застосовуватись в Україні, насамперед через простоту виконання робіт, а також з уваги на велику кількість об'єктів, які потребують ремонту.

**Випробування прольотних будов до та після розширення.** Враховуючи новизну прийнятих конструктивних рішень розширення прольотних будов монолітною залізобетонною накладною плитою з консолями значної довжини, а також застосування вперше в Україні новітньої системи підсилення крайніх балок – ненапружених завдовжки 22,16 м (рис. 1, б) і попередньо напружених завдовжки 32,96 м (рис. 1, є) наклеєними вуглепластиками, для встановлення ефективності прийнятих проектних рішень під час проведення реконструкції виконаний комплекс натурних випробувань найбільш відповідальних типів прольотних будов до та після підсилення крайніх балок, а також після влаштування накладної плити. Випробовували прольотні будови за схемами рис. 1, в, г, є, тобто прольотну будову шляхопроводу в с. Вістова з ненапружених балок за ТП вип. 56 завдовжки 22,16 м (рис. 1, в), аналогічну прольотну будову з п'яти балок завдовжки 16,76 м реконструйовану в нерозрізну (рис. 1, г), а також прольотну будову з п'яти попередньо напружених балок завдовжки 32,96 см (рис. 1, є).

Для досягнення основної мети — встановлення ефективності застосованої системи підсилення балок і розширення прольотних будов їх випробування мали порівняльний характер відповідно до основних етапів реконструкції: до підсилення балок і розширення після видалення всіх елементів існуючого мостового полотна за мінімального постійного навантаження – тільки від власної ваги балок, після підсилення балок і кінцево – після виконання всіх робіт з реконструкції.

Прийняті етапи випробувань дали можливість безпосереднім порівнянням прогинів балок за однакових схем випробувального навантаження оцінити вплив включення в роботу з існуючими балками стрічок підсилення як наклеєного додаткового зовнішнього армування і монолітної залізобетонної накладної плити на міцність, жорсткість і тріщиностійкість балок, тобто виявити ефект підсилення і розширення.

Усі прольотні будови випробовували за однаковими схемами статичним навантаженням з двох колон автомобілів КАМАЗ (вагою 22,5 т), КРАЗ (24...25 т) і МАЗ (30 т). Вздовж і поперек прольоту автомобілі встановлювали в найбільш невідгідне становище за відповідними лініями впливу для одержання максимальної навантаженості крайніх (лівої і правої) балок (рис. 8, а, б, в). До підсилення і розширення прольотні будови випробовували за схемою I з максимальним наближенням колон до осі крайньої балки. Після влаштування накладної плити випробування повторювали за цією самою схемою, що дало можливість безпосереднім порівнянням прогинів виявити ефект включення в роботу накладної плити, а також здійснювали нову схему II з максимальним наближенням колон автомобілів до бар'єру безпеки з виходом крайніх коліс навантаження на консольну ділянку накладної плити, що відповідало максимальній навантаженості як крайніх балок, так і консолей. Прийняті схеми охопили найбільш невідгідні випадки навантаження прольотних будов в режимі експлуатації, тобто дали можливість перевірити їх несучу здатність, жорсткість і тріщиностійкість. Результати випробувань показані епюрами експериментальних прогинів, величини і характер розподілу яких між балками дає уяву про характер просторової роботи прольотних будов та жорсткість і ступінь навантаженості окремих балок.

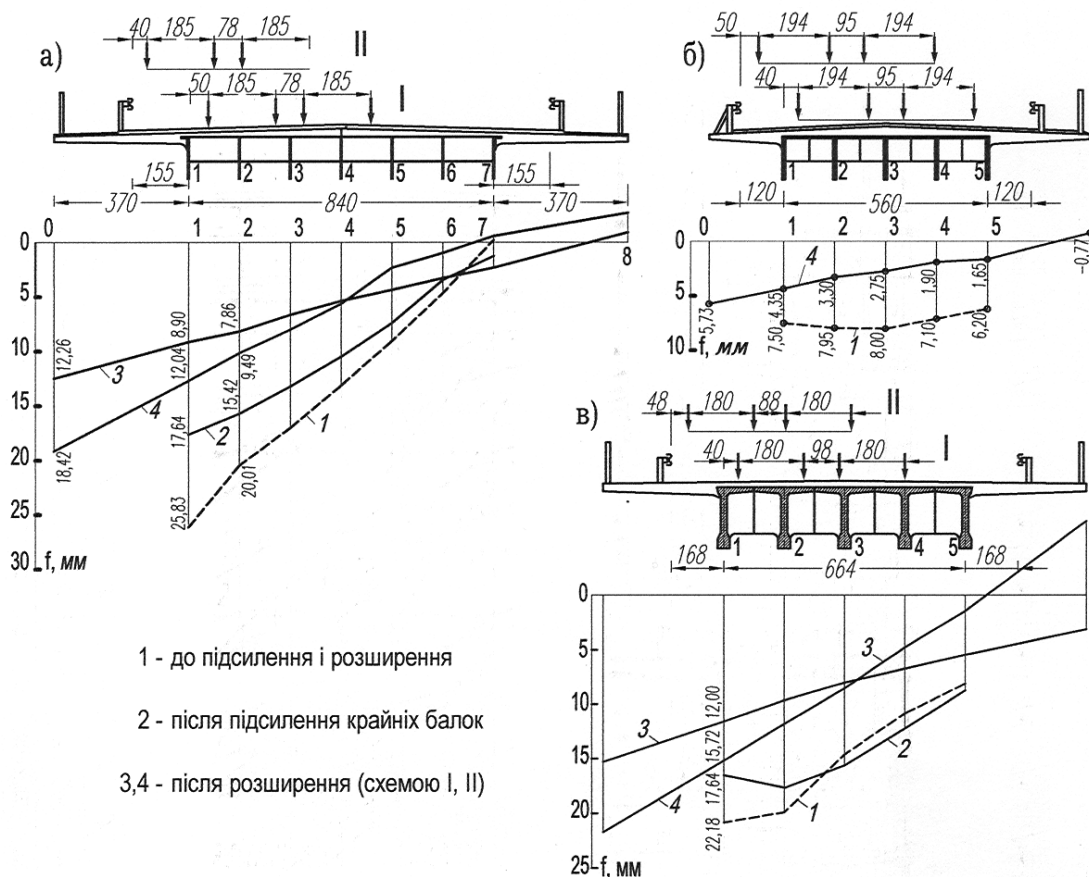


Рис. 8. Схеми випробування прольотних будов статичним навантаженням та епюри прогинів балок до (1) та після підсилення (2) і розширення (3, 4)

Під час випробовувань прольотної будови за схемою рис. 1, в прогин крайньої балки до підсилення становив 25,83 мм (1/836 прольоту), після підсилення за тієї самої схеми навантаження зменшився до 17,64 мм (1/ 1224 прольоту), тобто на 34,7 %, а після включення в роботу накладної плити ще зменшився до 8,9 мм, тобто в 1,98 раза порівняно з прогином цієї ж балки після її підсилення. За максимального навантаження прольотної балки за схемою II її прогин збільшився до 12,04 мм, але все ж був у 1,46 раза менший, ніж до включення в роботу накладної плити.

Прогин крайньої балки прольотної будови за рис 1, г до розширення при навантаженні за схемою I становив 8,0 мм (середній з лівої і правої схем навантаження). Після розширення і створення нерозрізності за навантаження за схемою II (ліва і права) він зменшився до 4,35 мм, тобто в 1,84 раза, що свідчить про значний ефект включення в роботу накладної плити і зміни статичної схеми прольотної будови у збільшенні її жорсткості і вантажопідйомності. Випробування також підтвердили, що після реконструкції прольотні будови працювали за нерозрізною статичною схемою, оскільки в суміжних прольотах зафіксовані як прогини, так і вигини балок.

До підсилення середній прогин балок 1 і 5 прольотної будови за рис. 1, є під час навантаження за схемою I становив 22,18 мм, після підсилення за тією самої схеми навантаження зменшився до 17,85 мм (на 19, 5 %). Після включення в роботу накладної плити прогин цих самих балок зменшився до 12,0 мм (на 45,9 %). За максимального навантаження крайніх балок (схема II) їх середній прогин становив 15,92 мм, що на 23,2 % менше від прогину цих самих балок до підсилення і розширення прольотної будови і становив 1/2033 прольоту за допустимого короточасного прогину від тимчасових навантажень 1/400 прольоту.

Слід також відмітити, що в усіх випробовуваних прольотних будовах після включення в роботу накладної плити спостерігається майже лінійний розподіл прогинів між балками, що є свідченням значного збільшення їх поперечної жорсткості.

Загалом наведені експериментальні дані з порівняння прогинів балок до та після розширення прольотних будов переконливо свідчать про істотний вплив накладної плити на збільшення вертикальної жорсткості балок, а абсолютні величини прогинів – про наявність значного резерву вантажопідйомності і можливість експлуатації реконструйованих прольотних будов на нормовані тимчасові навантаження чинних норм проектування нових мостів.

**Висновки:** 1. Виконана експериментальна реконструкція чотирьох мостових об'єктів довела реальну можливість поширеного розповсюдження діапазону застосування монолітної залізобетонної накладної плити для розширення найбільш розповсюджених типів прольотних будов малих і середніх прольотів за нормативами габаритів для доріг II і III технічних категорій при забезпеченні їх вантажопідйомності на нормовані тимчасові навантаження чинних норм проектування нових мостів з необхідним в окремих випадках підсиленням крайніх балок зовнішнім армуванням з наклеєних композитних стрічок CFRP.

2. Особливо ефективним є розширення багатопрольотних мостів з одночасною зміною статичної схеми з розрізної в нерозрізну. Розроблені конструктивні рішення технологічні, забезпечують необхідну надійність і вантажопідйомність, а також можливість продовження терміну експлуатації збірних залізобетонних прольотних будов співрозмірного з новозбудованими мостами.

3. Випробування прольотних будов до та після реконструкції підтвердили її ефективність за умов забезпечення несучої здатності, деформативності і тріщиностійкості найбільш навантажених балок після включення в роботу накладної плити.

1. Виноградский Д.Ю., Руденко Ю.Д., Шкуратовский А.А. Эксплуатация и долговечность мостов. – К.: Будівельник, 1985. – 105 с. 2. Инструкция по уширению автодорожных мостов и путепроводов. ВСН 51-88. – М.: Транспорт, 1990. – 128 с. 3. Кваша В.Г. Уширение железобетонных балочных автодорожных мостов накладной плитой // Новые материалы и технологии в промышленном и дорожном строительстве. – К.: Выси. шк., 1990. – С. 109–166. 4. Кваша В.Г. Пространственный расчёт железобетонных перекрестно-ребристых конструкций в упруго-пластической стадии работы // Строительные конструкции. – К.: НИИСК, 1993. – Вып. 45–46. – С. 80–82. 5. Кваша В.Г. Розширення прольотних будов автодорожніх мостів монолітною залізобетонною накладною плитою // Ресурсоекономні матеріали,

конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: УДУВГП, 1999. – Вип. 3. – С. 140–145. 6. Кваша В.Г. Досвід ремонту та реконструкції мостів України // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2006. – № 562. – С. 38–49. 7. Кваша В.Г. Обстеження та випробування автодорожніх мостів. – Львів, 2002. – 102 с. 8. Кваша В.Г., Ковальчик Т.П. Динамічні характеристики балочних залізобетонних прогонових будівель після тривалого періоду експлуатації // Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. – К.: НТУ, 1998. – С. 98–92. 9. Кваша В.Г., Мельник І.В., Климпуш М.Д., Рачкевич В.С., Панченко О.В. Підсилення при реконструкції залізобетонної прольотної будови автодорожнього моста приклеєними вуглепластиками // Будівельні конструкції. – Кн. 2. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – С. 164–171. 10. Кваша В.Г., Салійчук Л.В. Розширення прольотної будови автодорожнього моста монолітною залізобетонною накладною плитою // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2001. – Вип. 63. – С. 271–275. 11. Кваша В.Г., Салійчук Л.В. Застосування монолітного залізобетону при реконструкції залізобетонних автодорожніх мостів // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2002. – Вип. 56. – С. 338–342. 12. Кваша В.Г., Салійчук Л.В., Майк С.І. Реконструкція автодорожнього моста з розширенням прольотної будови монолітною і збірною-монолітною накладною плитою // IV Міжнар. наук. конф. “Актуальні проблеми будівництва та інженерії довкілля”. – Львів, 2001. – С. 231–237. 13. Кваша В.Г., Салійчук Л.В. Розширення струнобетонної прольотної будови монолітною залізобетонною накладною плитою з підсиленням балок і аварійних опор // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2006. – Вип. 73. – С. 116–120. 14. Кваша В.Г., Салійчук Л.В., Мельниченко В.В., Лапініна З.Т. Реконструкція автодорожнього моста з прольотними будовами за ТП вип. 56. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, 2004. – Вип. 69. – С. 74–81.

УДК 624.012

Р.І. Кінаш, Я.С. Гук\*

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра архітектурних конструкцій,  
\*Ужгородський національний університет

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ СНІГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ГЕОГРАФІЧНО-ШИРОТНИХ НАПРЯМКАХ ДЛЯ ВЕРШИН УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ В МЕЖАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

© Кінаш Р.І., Гук Я.С., 2007

Снігові навантаження для вершин і перевалів Українських Карпат в межах Закарпатської області, які не можна визначити по восьми географічно-довготних напрямках, визначаються теоретично і графічно по п'яти географічно-широтних напрямках, що описано у цій роботі.

**There are loadings of snows for mountains of Ukrainian Carpathians within the limits of the Zacarpathian region, which can not be defined for 8-ty directions of geographically-longitudes, design in theory and graphically to 5-ty-i geographically-latitudinal directions, that it is described in this article.**

**Вступ.** Сніговий покрив складається з твердих осадів, які випадають в зимовий період, а також льодяної кірки і води, які утворюються під час відлиг. Сніг відіграє значну роль на формування навантажень на будівельні конструкції будівель та споруд [4, 12]. Внаслідок розвіювання та перенесення снігу вітром може істотно змінюватись початковий вигляд снігового покриву на ґрунт, особливо у районах з переважанням сильного вітру та пересіченої місцевості.