

РЕКОНСТРУКЦІЯ МІСЬКОГО ШЛЯХОПРОВОДУ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЙОГО НАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ

RECONSTRUCTION OF THE CITY RAILWAY AND THE RESULTS OF ITS NATURAL TESTS

Яо Сінь, аспірант, Юпин М.З, магістр, Салійчук Л.В., к.т.н.,с.н.с., Кваша В.Г., д.т.н., проф.(Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів)

Yao Xin, PhD student, Yupin M.Z, master, Saliychuk L.V., candidate of technical sciences, Senior Researcher. Kvasha V.G., doctor of technical sciences, Professor.(National University Lviv Polytechnic, Lviv)

Представлені конструктивні рішення реконструкції шляхопроводу через залізничні колії на вулиці Городоцькій в м.Львові. Міст розширений комбінованим способом - симетричною добудовою двох крайніх балок з односторонніми консольними звісами і влаштуванням між цими балками монолітної залізобетонної накладної плити. Випробування шляхопроводу після реконструкції підтвердили ефективність прийнятих конструктивних рішень та можливість експлуатації шляхопроводу без будь-яких обмежень.

Constructive solutions for the reconstruction of the overpass bridge through the railway tracks on Horodotska Street in Lviv are presented in this article. The bridge deck is expanded from the dimension $G - 10,5 + 2 * 0,9m$ to the dimension $G - 16,5 + 2 * 1,5m$ in the combined way - symmetrical completion of two extreme beams with unilateral cantilevered overhangs 2,7 m and the device between these beams monolithic reinforced concrete billboard. Beams are reinforced by changing the static scheme from split to frame-inseparable. Tests of the overpass bridge after reconstruction confirmed the effectiveness of the design decisions and the possibility of working of the overpass on the normalized temporary loads A15 and NK100, for which the reconstruction was designed.

Ключові слова:

Шляхопровід, реконструкція, комбінований спосіб розширення, підсилення, випробування

Overpass, reconstruction, combined method of expansion, reinforcement, testing

Вступ. Загальні дані. Шляхопровідна вул. Городоцькій у м. Львові збудований в 60-х роках минулого сторіччя, на даний час не відповідає нормативним експлуатаційним вимогам і споживчим властивостям чинних норм проектування нових мостів ДБНВ.1.2-14:2009, за вантажопідйомністю, пропускною здатністю, безпекою і комфортністю руху транспортних засобів і пішоходів на насиченій транспортом міській вулиці.

Через недотримання правил експлуатації, а практично при повній її відсутності за результатами виконаних в останні 10-12 років декількох обстежень прольотні будови шляхопроводу визнані непрацездатними у основному через недостатній габарит мостового полотна (2 смуги руху) та настільки серйозні корозійні ушкодження бетону і арматури крайніх балок, що їх стан визнаний не ремонтпридатним. Інші балки мають задовільний стан і є повністю працездатними, що і підтвердили проведені випробування їх пробним навантаженням [2].

Для приведення експлуатаційного стану шляхопроводу у відповідність до потреб сучасного і перспективного руху автотранспорту ГНДЛ-88 НУ «Львівська політехніка» запропонувала радикальну його реконструкцію з розширенням габариту їздового полотна до 4-х смуг руху, збільшенням ширини тротуарів до 1,5 м з та організованим пропуском різних міських комунікацій з використанням досвіду реконструкції побічних шляхопроводів і мостів, проект яких також розробляла ГНДЛ-88 і які після реконструкції успішно експлуатуються протягом більше 10 років [1,6,7].

Короткий опис існуючого шляхопроводу. Шляхопровід збудовано за індивідуальним проектом з прив'язкою основних конструктивних рішень прольотних будов і армування головних балок до розробленого наприкінці 50-х років минулого сторіччя типового проекту ТП вип. 56 [8]. За конструктивною схемою шляхопровід балковий, розрізний, трьох прольотний за схемою 11,4+18,6+11,4 м, загальною довжиною 41,4 м і габаритом проїзної частини Г-10,5 м з двосторонніми тротуарами підвищеного типу шириною по 0,9 м (рис. 1, рис. 2). Перетин шляхопроводу з залізничною колією косий під кутом 70°.

Прольотні будови перехресно-ребристі, зібрані з 10-ти збірних залізобетонних балок таврового профілю з кроком поперек прольоту 1,4 м, що відповідає відстані між балками в типовому проекті вип. 56. (рис. 2, б, в.) Балки об'єднані між собою в площинах поперечних діафрагм, розташованих



Рис. 1. Загальний вид шляхопроводу

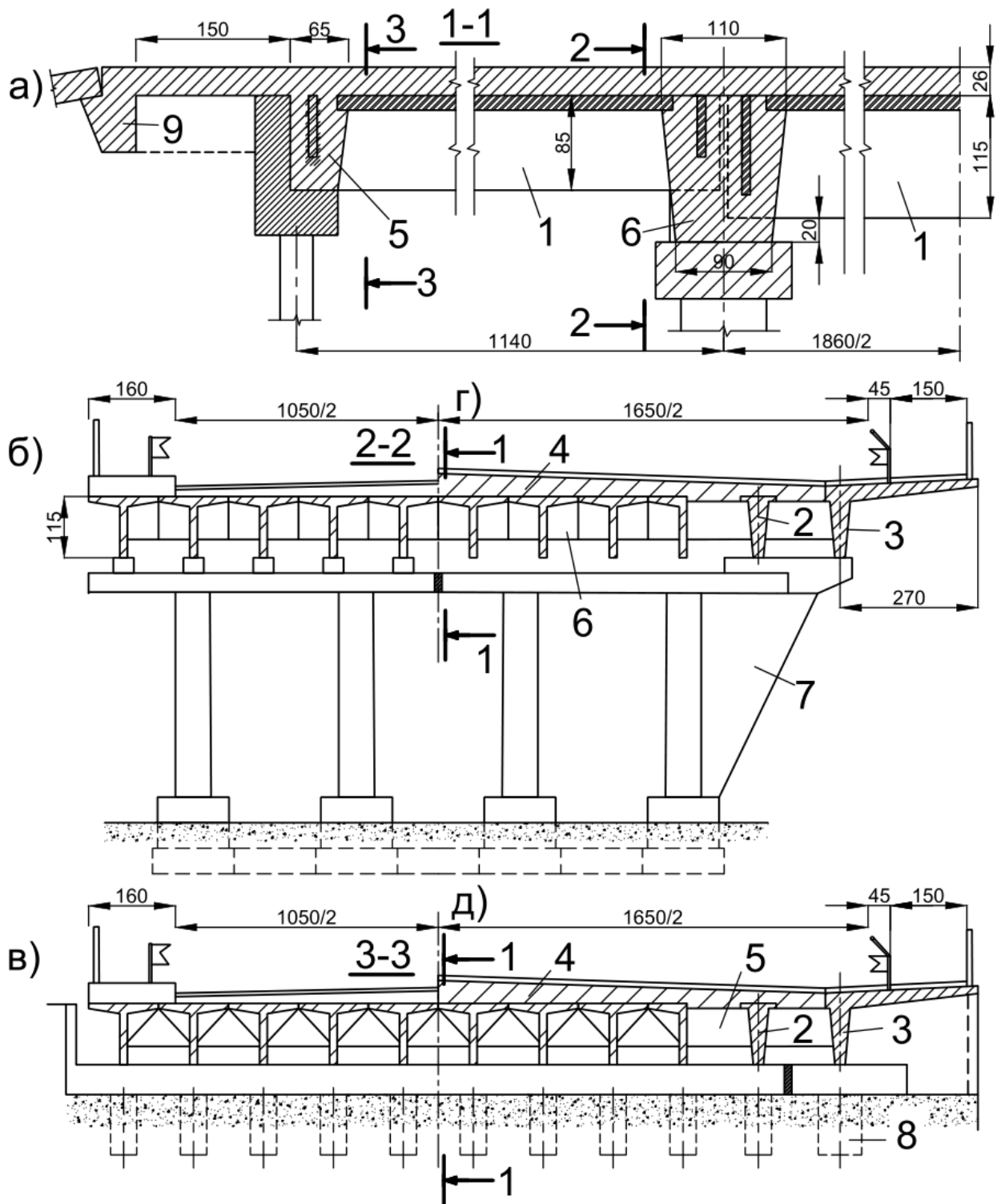


Рис.2. Конструкція існуючого (б,в) і реконструйованого(а,г,д) шляхопроводу.
 1 - існуючі балки; 2 - замінена крайня балка; 3 - добудована балка; 4 - монолітна залізобетонна накладна плита; 5,6 - надпорні ребра над береговою і проміжною опорами; 7 - підкос розширення проміжної опори; 8 - добетонована насадка і буронабивна паля розширення берегової опори; 9 - поперечне ребро.

вздовж прольотів з кроком 2,7 м зварюванням вставних трикутних блоків діафрагм до закладних деталей в ребрах балок - в крайніх прольотах (рис. 2, в) і зварюванням пів діафрагм суміжних балок верхніми і нижніми металевими накладками в середньому (рис. 2, б).

Берегові опори шляхопроводу обсіпні, з однорядних залізобетонних забивних паль, об'єднаних зверху монолітною залізобетонною насадкою з шафовою стіною і зворотними відкрилками.

Проміжні опори скомпоновані з двох окремих двостійкових П-подібних рам. Між якими по осі моста в межах висоти ригеля влаштований деформаційний шов. Внизу стійки опор защемлені у підколонниках, монолітно об'єднаних з залізобетонною плитою фундаменту.

Конструктивні рішення реконструкції шляхопроводу. Концептуальною умовою проектування реконструкції шляхопроводу було максимальне використання існуючих конструкцій, що гарантує мінімальну її вартість. Основним завданням реконструкції було розширення прольотної будови до чотирьох смуг руху (з наявного габариту Г-10,5+2×0,9 м до нового Г-16,5+2×1,5 м), і забезпечення вантажопідйомності на нормовані чинними нормами проектування нових мостів ДБН В.1.2-14:2009 тимчасові навантаження А15 і НК-100.

Супутні завдання – заміна облаштування мостового полотна і виконання ремонтно-відновлювальних робіт для ліквідації дефектів існуючих залізобетонних конструкцій і забезпечення довговічності реконструйованої споруди, співставної з нормованою довговічністю нових мостів.

Розширення прольотної будови виконане комбінованим способом, суть якого полягає у двосторонній симетричній добудові балок (приставних елементів), обпертих на розширені частини проміжних і берегових опор та влаштуванні в проміжку між цими балками монолітної залізобетонної накладної плити (рис. 2).

Для скорочення термінів реконструкції та спрощення технології влаштування консольних ділянок накладної плити нові збірні крайні балки виготовляли відразу з односторонніми зовнішніми консольними зв'язами довжиною 2,7 м. Подібна конструкція збірно-монолітної накладної плити застосована і на інших об'єктах, проекти реконструкції яких розробляли в ГНДЛ-88 [1,6].

Нормовану вантажопідйомність (несучу здатність) реконструйованої прольотної будови забезпечує комплекс прийнятих проектних рішень, а саме:

- введення в склад прольотної будови нових крайніх балок 3 та заміна значно ушкоджених існуючих крайніх балок новими 2 з розрахованою несучою здатністю на сприйняття нормованих навантаження А15 і НК-100;

- підсилення залищених балок 1 одним з найменш затратних способів - зміною статичної схеми з розрізної вільнообпертої на защемлену на опорах

та включення у спільну роботу з ними накладної плити. Защемлення балок створюють влаштуванням над проміжними і береговими опорами поперечних опорних ребер 5,6, у які вмонтовують торці суміжних існуючих і нових балок (рис. 2). Цей спосіб підсилення також апробований на інших об'єктах реконструкції, де підтвердив свою ефективність [1,6,7].

Проміжні опори розширюють влаштуванням підкосів 7 у вигляді конусоподібних суцільних залізобетонних стін, без розширення фундаментів (рис. 2, г), стіни добетонують впритик до крайніх стояків існуючих опор і об'єднують з ними вклеєними стержневими анкерами. На залізобетонних підкосах видовжують існуючий ригель з підферменною площадкою, на яку безпосередньо обпирається добудована балка 3 без спеціальних опорних частин.

Аналогічно обпираються на існуючі підферменники ригеля проміжних опорні балки 2, встановлені взамін демонтованих існуючих. Після цього розкривають торцеві ділянки існуючих балок, встановлюють арматурні елементи і бетонують масивне поперечне надопорне ребро 6, в якому защемлюють торцеві ділянки всіх балок.

Берегові опори розширюють добетонуванням насадки 8 з шафовою стіною і влаштуванням нових зворотніх відкрітків (рис. 2, д). Видовжені частини насадки обпираються на додатково влаштовані буронабивні палі 8 діаметром 80 см (рис. 2, д) в межах існуючого конусу насипу підходів, а їх підшву обпирають на природній підстилаючий шар ґрунту – тріщинуватий вапняк, який при діючих на опору навантаженнях практично не дає осідань, тобто палі працюють як стояки.

Після монтажу крайніх і суміжних з ними нових балок, відкриття торців існуючих балок бетонують поперечні опорні ребра 5 для защемлення в них торцевих ділянок балок крайніх прольотів.

Для сприйняття в защемленні над береговими опорами опорного згинального моменту надопорну ділянку накладної плити видовжують за опорне ребро (рис. 2, а) і об'єднують арматурними випусками з ребрами спеціально влаштованої за береговою опорою в насипу підходів горизонтальної рами торець якої закінчується поперечним ребром 9 між відкрілками з площадкою для обпирання перехідних плит.

Таким чином у прийнятому конструктивному рішенні ліквідовуються деформаційні шви над береговими і проміжними опорами, що значно спрощує експлуатацію і підвищує довговічність реконструйованої споруди.

Випробування прольотної будови та їх аналіз. Мета випробувань – перевірка правильності прийнятих конструктивних і технологічних рішень реконструкції, відповідності фактичних і прийнятих під час проектування розрахункових схем прольотних будов та оцінка дійсного технічного стану реконструйованої прольотної будови, її поведінку під навантаженням,

відповідність технічним вимогам та придатність для подальшої нормальної експлуатації.

Для випробувань прольотної будови використовували тимчасове рухоме навантаження з колон навантажених великовагових автомобілів-самоскидів марки МАЗ по два автомобілі в колоні, тиск на передню вісь 4,55 тс, на задню вісь 9,23 тс.

На прольотній будові автомобілі розташовували за загальноприйнятим принципом випробувань прольотних будов мостів тимчасовим статичним навантаженням [2,4,5,6,7]. Схеми розташування колон автомобілів поперек і вздовж прольоту зрозумілі з рис. 3.

Здійснено дві схеми навантаження прольотної будови. Перша схема (рис. 3, а) повторювала схему навантаження під час попередніх випробувань цієї ж прольотної будови до реконструкції[2]. Випробовування за цією схемою дало можливість прямим порівнянням прогинів балок встановити ефект включення у спільну роботу існуючих балок і елементів реконструкції.

Навантаження проводили ступенево: спочатку встановили колону К1, знімали відліки з вимірювальних приладів, після чого встановлювали колону К2. Таким чином ці дві колони створювали навантаженість реконструйованої прольотної будови, аналогічну навантаженості до реконструкції.

Після зняття відліків з приладів до цих двох колон встановлювали колону К3, максимально наближену до бар'єру безпеки у розширеній прольотній будові, і таким чином одержували другу нову схему найбільше не вигідного навантаження розширеної прольотної будови (рис. 3, б). Після зняття відліків з приладів проводили ступеневе розвантаження прольотної будови у зворотній послідовності з фіксацією переміщень балок в середині прольоту на кожному ступені.

На завершальному етапі випробувань нову схему створювали повторно ступеневим навантаженням прольотної будови трьома колонами у зворотному порядку: спочатку встановили колону К3, за нею послідовно К2 і К1. Розвантажували у зворотній послідовності, відповідно К1, К2, К3.

При обох схемах випробувального навантаження вимірювали прогини балок в середині прольоту, як інтегральної характеристики напружено-деформованого стану перерізів. Для вимірювання прогинів застосовували механічні прогиноміри 6-ПАО з ціною поділки 0,01мм. При обробці вимірювань переміщень їх величини за навантаження і розвантаження усереднювали. За характером їх розподілу між балками встановлювали закономірності просторової роботи прольотної будови, а також визначали фактичний розподіл між балками зусиль від тимчасових навантажень, тобто відповідність фактичних і прийнятих для розрахунку моделей просторової роботи косої в плані прольотної будови. Крім того візуально фіксували стан прольотної будови під навантаженням для встановлення можливих

остаточних деформацій, що могли виникнути в результаті проведених навантажень.

Аналіз та оцінка результатів випробувань прольотної будови. Характер розвитку прогинів в залежності від величини випробувального навантаження та їх розподілу між балками поперек прольоту дає уяву про характер роботи прольотної будови під навантаженням. На рис. 4 показані

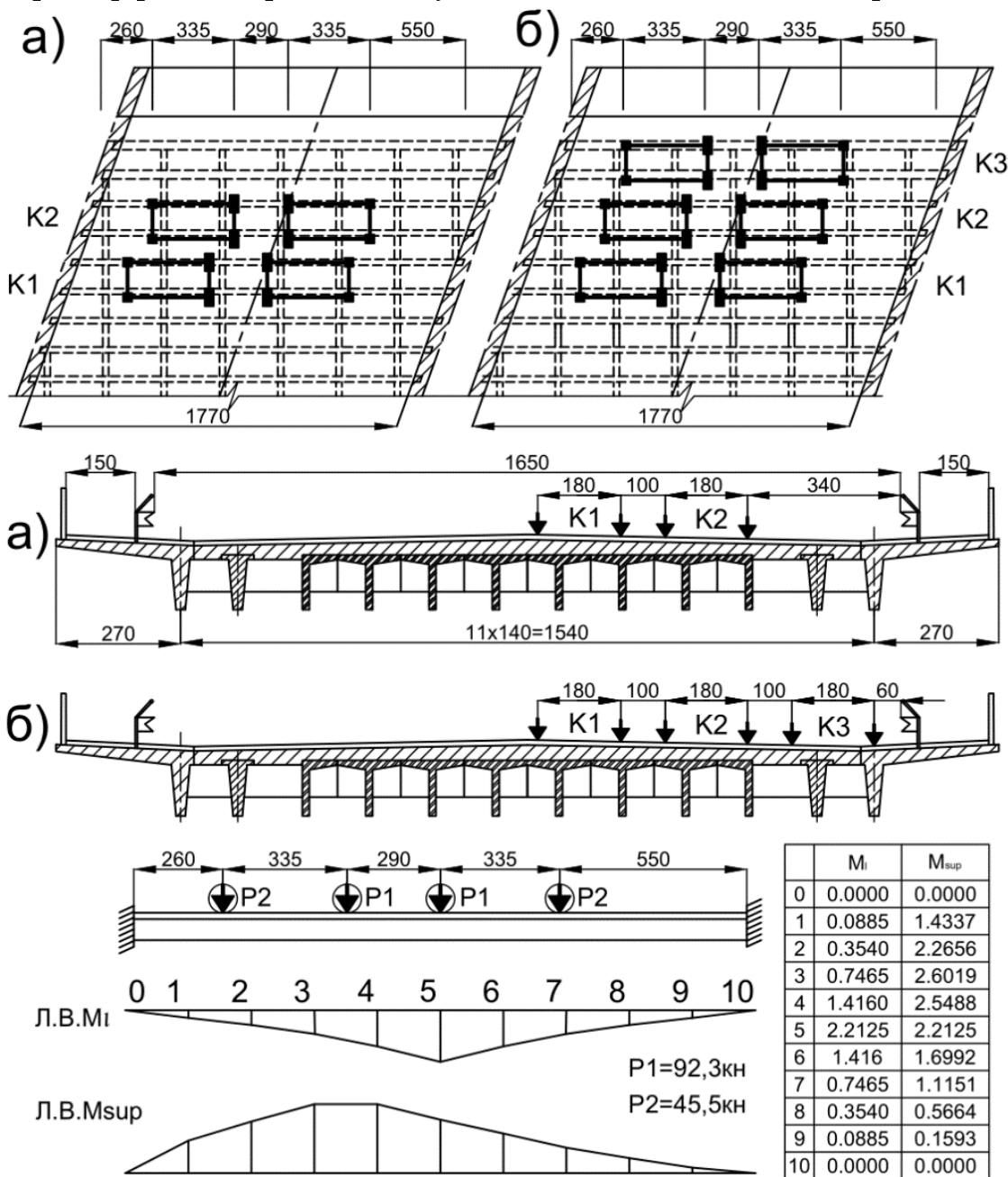


Рис. 3 Схеми навантаження прольотної будови випробувальним навантаженням.

а – до і після реконструкції; б -після реконструкції

суміщені епюри прогинів балок для обох схем навантаження.

З представлених епюр видно, що закон зміни прогинів балок при всіх схемах навантаження явно виражений нелінійний, що свідчить про просторовий характер роботи залізобетонних перехресно-ребристих

балкових прольотних будов із співвідношенням довжини прольоту L до ширини між крайніми балками B $L/B < 2$.

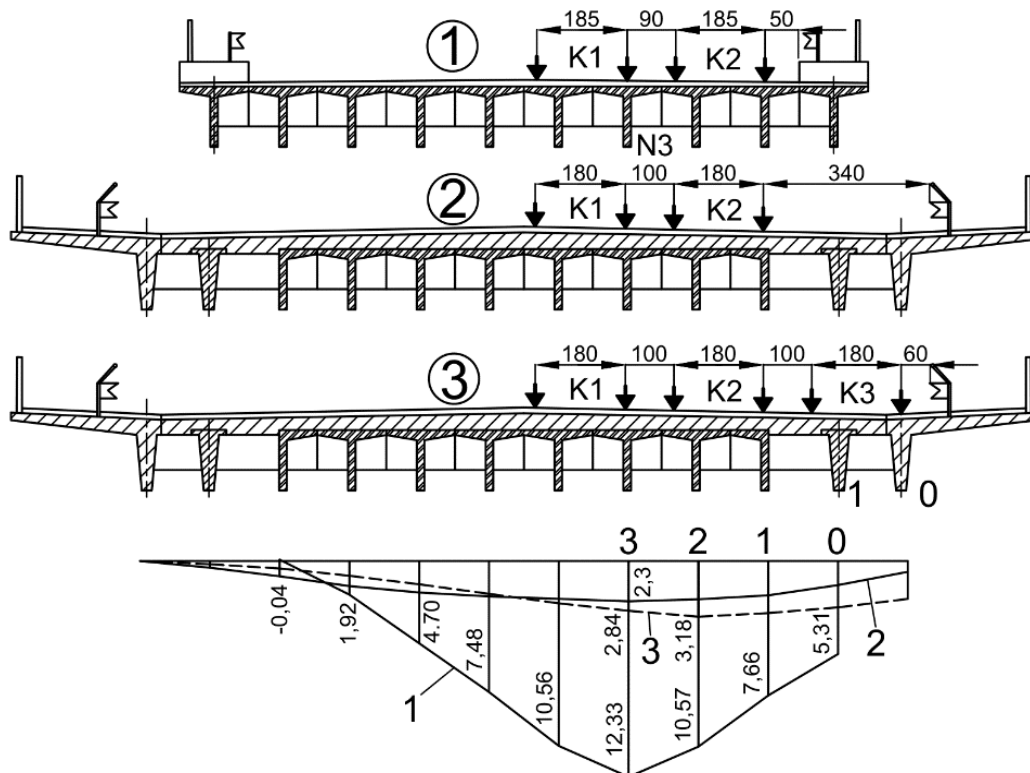


Рис. 4 Епюри прогинів балок при схемах навантаження до (1) та після реконструкції (2,3)

Привертають увагу малі значення вимірних під час випробувань прогинів балок. При максимальній навантаженості прольотної будови за схемою $K1+K2+K3$ максимальний прогин 3,18 мм мала існуюча балка №3, що складає відношення $f/L=1/5566$ при допустимому пружному прогині згідно ДБН - 1/400.

Під час випробувань існуючої прольотної будови за схемою навантаження $K1+K2$ (Рис.4,1) максимальний прогин 12,33 мм мала балка №3. Під час повторних випробувань реконструйованої прольотної будови за цією схемою він зменшився до 2,3 мм, тобто у 5,36 рази. Таке істотне зменшення пружних прогинів є закономірним і свідчить про те, що прийнята для підсилення балок змінена з вільно обпертої на защемлену на опорах статична схема відповідає дійсній роботі балок прольотної будови, як защемленої на опорах статично невизначеної системи.

Крім защемлення додатково на зменшення прогину впливає також збільшення жорсткості балок за рахунок включення у спільну роботу з ними залізобетонної накладної плити.

В цілому представлене пряме порівняння прогинів балок до і після реконструкції прольотної будови однозначно підтверджує, що одне з основних завдань реконструкції – підсилення балок досягнуте і свідчить про можливість сприйняття ними в реконструйованій прольотній будові значно

більших навантажень, ніж досягнутий їх рівень під час випробувань.

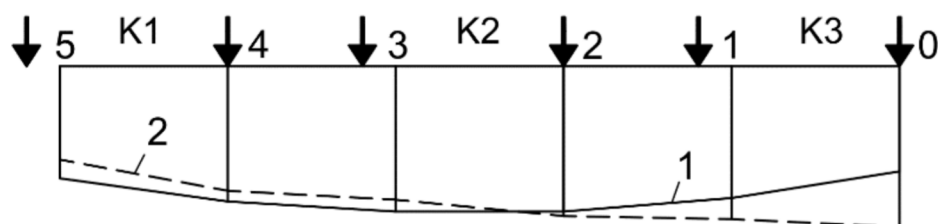
При найбільш не вигідному максимальному навантаженні за схемою K1+K2+K3 прогини нових балок 0 і 1 (Рис.4,3) є меншими, ніж залишених існуючих. Це також закономірно, оскільки жорсткість цих балок є більшою ніж існуючих навіть при їх спільній роботі з накладною плитою.

За вимірними прогинами визначали також експериментальні величини згинальних моментів в балках M_{exp} від випробувальних навантажень, які порівнювали з розрахованими (теоретичними) M_{cal} і таким чином за їх збіжністю встановлювали можливість застосування методики розрахунку для перевірочних розрахунків прольотних будов даного типу.

Експериментальні згинальні моменти визначали за експериментальними КПрЕ, які згідно з рекомендаціями додатку Д (п. Д.7) ДБН В.2.3-6: 2009 [3] визначали за вимірними прогинами балок в припущенні (цілком справедливому) їх пружної роботи, допускаючи, що розподіл випробувального навантаження між балками пропорційний їх прогинам з урахуванням у кількості колон випробувального навантаження, як це показано і обґрунтовано в роботі[5].

Розраховані згинальні моменти M_{cal} також визначали за відомим методом КПр, для розрахунку яких застосовували рекомендований для прольотних будов з відношенням $L/B \leq 2$ інженерний метод пружних опор з деякими спрощеннями дійсної розрахункової моделі. Цей метод розроблений для розрахунку за пружною стадією роботи прольотних будов, складених з балок однакової жорсткості. В розглядуваній розширеній прольотній будові нові добудовані і замінені балки мали різну жорсткість, тому для розрахунку за класичним методом пружних опор за розрахункову прийняли умовну балку з усередненою жорсткістю реальних балок 0,1,2 - крайньої нової з одностороннім зв'язом, проміжної нової і існуючої при її спільній роботі з накладною плитою.

Як приклад, результати порівняння представлені на рис. 5 для схеми ви-



$M_{exp}, \text{kN}\cdot\text{m}$	161.90	195.57	210.17	208.20	190.31	152.04
$M_{cal}, \text{kN}\cdot\text{m}$	135.03	179.74	193.17	216.57	220.95	232.47
$\Delta, \%$	-16.60	-8.10	-8.10	11.40	16.10	95.80

Рис.5 Порівняння експериментальних 1 і розрахованих 2 згинальних моментів у балках 0...5 при навантаженні прольотної будови за схемою K1 + K2 + K3

пробувального навантаження K1+K2+K3. Там же в таблиці наведені числові значення експериментальних M_{exp} і розрахованих M_{cal} згинальних моментів у найбільше навантаженій частині балок та розбіжності між ними $\Delta\%$.

В цілому при відносній точності інженерного розрахунку збіжність експериментальних і розрахованих згинальних моментів можна вважати допустимою за винятком двох крайніх балок 0,1, для яких вона є досить значною, але в запас міцності, оскільки розраховані згинальні моменти є більшими від дійсних експериментальних. Більшу різницю розрахованих і експериментальних згинальних моментів в цих балках можна пояснити їх більшою жорсткістю порівняно з існуючими. В цілому наведене порівняння показало, що принципово метод пружних опор можливо застосовувати для оціночних просторових розрахунків поперечників прольотних будов з декількома балками іншої жорсткості ніж більшість балок. Для більш точних розрахунків потрібне коригування цього методу.

Таблиця 1

Експериментальні і розраховані згинальні моменти в найбільше навантажених балках за видами навантаження

Балки	0	1	2	3	4	5
M_{exp} кН · м	152,04	190,31	208,20	210,17	195,57	161,90
M_{An} кН · м	403,25	346,10	313,03	286,64	283,28	250,43
M_{gn} кН · м	1202,27	535,74	506,95	506,95	506,95	506,95
$\sum M_1$ кН · м	1354,31	726,05	715,15	717,12	702,52	668,85
$\sum M_2$ кН · м	1605,52	881,84	819,98	793,79	790,23	757,38
$\Delta_1, \%$	84,4	82,3	87,2	90,3	88,0	88,3
M_A кН · м	752,15	638,73	578,88	531,06	524,60	464,43
M_g кН · м	1518,7	673,11	638,04	638,04	638,04	638,04
$\sum M'_1$ кН · м	1670,74	863,42	846,24	848,21	833,61	799,94
$\sum M'_2$ кН · м	2270,85	1311,84	1216,92	1169,10	1162,64	1102,47
$\Delta_2, \%$	73,6	65,8	69,5	72,5	71,7	72,5
M_w , кН · м	2626,2	1778,7	2471,5	2471,5	2471,5	2471,5
$\Delta_3, \%$	63,6	48,5	49,2	47,3	47,0	44,6

$$\begin{aligned} \sum M_1 &= M_{exp} + M_{gn}; \sum M'_1 = M_{exp} + M_g; \Delta_1 = \sum M_1 / \sum M_2 * 100\% \\ \sum M_2 &= M_{An} + M_{gn}; \sum M'_2 = M_A + M_g; \Delta_2 = \sum M'_1 / \sum M'_2 * 100\%; \\ \Delta_3 &= \sum M'_1 / M_u * 100\%; \end{aligned}$$

Умовні позначення до таблиці 1:

M_{exp} - згинальний момент від випробувального навантаження за схемою K1 + K2 + K3 (експериментальний)

M_{An}, M_A - розрахований згинальний момент від нормованого навантаження A15 (нормативний і розрахунковий).

M_{gn}, M_g - розрахований згинальний момент від постійного навантаження (нормативний і розрахунковий).

M_u - розрахована несуча здатність балок

З наведених даних видно, що коефіцієнти загальної навантаженості балок випробувальним і постійним навантаженням були досить високими і відповідали вимогам ДБН В.2.3-6:2009.

У завершальній частині аналізу результатів випробувань прольотної будови зупинимось на такому важливому показникові якості випробувань як ступінь (інтенсивність) навантаженості за схемою K1+K2+K3 та при максимальній навантаженості випробувальним і постійним навантаженням, також окремо відносно нормативних і розрахункових нормованих тимчасових і постійних, а також відносно несучої здатності перерізів трьох типів балок 0,1,2 у складі поперечного перерізу прольотної будови. Величини експериментальних M_{exp} і розрахованих M_{calc} згинальних моментів за видами навантажень у найбільше навантажених балках представлені в таблиці 1.

Висновки: 1. Проведене підсилення балок зміною статичної схеми балкової прольотної будови з розрізної в рамно-нерозрізну підтвердило високу його ефективність в підвищенні експлуатаційних показників – несучої здатності, жорсткості і тріщиностійкості.

2. Значне зменшення виміряних при випробуваннях після реконструкції прогинів балок порівняно з допустимими за ДБН В. 2.3.-14: 2006 свідчить про надійне включення в сумісну роботу з ними збірно-монолітної залізобетонної накладної плити і внаслідок цього збільшення як жорсткості балок, так і поперечної жорсткості прольотної будови в цілому.

3. Розподіл прогинів балок після включення в роботу накладної плити свідчить, що фактична просторова робота відповідає теоретичним передумовам методу пружних опор, прийнятому для розрахунків на тимчасові нормовані і випробувальні навантаження, при умові врахування наявності в складі поперечника прольотної будови балок різної жорсткості.

4. Випробування підтвердили, що після реконструкції прольотна будова має достатню вантажопідйомність для сприйняття без будь-яких

обмежень нормованих тимчасових навантажень А15 і НК-100, на які і була запроектована її реконструкція.

1. Горбачевська А.А. Експлуатаційний стан, реконструкція та результати випробувань реконструйованого автодорожнього шляхопроводу / А. А. Горбачевська, В. Г. Кваша // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Теорія і практика будівництва. — Львів : НУЛП, 2017. — № 877. — С. 66–77.

Horbachevska A.A. Ekspluatatsiyni stan, rekonstruktsiia ta rezultaty vyprobuvan rekonstruiovanoho avtodorozhnoho shliakhoprovodu / A. A. Horbachevska, V. H. Kvasha // Visnyk natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnikha”. Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva. — Lviv : NULP, 2017. — № 877. — S. 66–77.

2. Горбачевський Р.Р. Результати натурних випробувань косих в плані залізобетонних балкових прольотних будов автодорожнього моста / Р. Р. Горбачевський, М. В. Рубаха, В. Г. Кваша // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Теорія і практика будівництва. — Львів : НУЛП, 2017. — № 877. — С. 78–87.

Horbachevskiy R.R. Rezultaty naturnykh vyprobuvan kosykh v plani zalizobetonnykh balkovykh prolotnykh budov avtodorozhnoho mosta / R. R. Horbachevskiy, M. V. Rubakha, V. H. Kvasha // Visnyk natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnikha”. Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva. — Lviv : NULP, 2017. — № 877. — S. 78–87.

3. ДБН В.2.3–6:2009. Мости та труби. Обстеження та випробування. – К: Мінрегіонбуд України, 2009 – 31с.

DBN V.2.3–6:2009. Mosty ta truby. Obstezhennia ta vyprobuvannia. – K: Minrehionbud Ukrainy, 2009 – 31s.

4. Кваша В.Г. Обстеження та випробування автодорожніх мостів./ В.Г. Кваша //.– Львів: НУЛП., 2002. – 102с.

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

5. Кваша В.Г. Аналіз розподілу тимчасового навантаження між балками прольотної будови за результатами натурних випробувань. / В.Г.Кваша, В.С. Рачкевич // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Теорія і практика будівництва. – Львів: НУЛП, 2008. – №627. – с.122– 128.

Kvasha V.H. Analiz rozpodilu tymchasovoho navantazhennia mizh balkamy prolотноi budovy za rezultatamy naturnykh vyprobuvan. / V.H.Kvasha, V.S. Rachkevych // Visnyk natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnikha”. Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva. – Lviv: NULP, 2008. – №627. – s.122– 128.

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

Kvasha V.H.Rekonstruktsiia miskoho shliakhoprovodu z rozshyrenniem prolотноi budovy zalizobetonnoiu zbirno-monolitnoiu nakladnoiu plytoiu / V. H. Kvasha, T. P. Kovalchuk, A. Ya. Muryn, V. M. Polets, L. V. Saliichuk // Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnikha". Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva. – Lviv: NULP, 2010. – № 662 :- S. 208–216.

7. Рачкевич В.С. Результати експериментальних досліджень балкової залізобетонної прольотної будови моста за етапами реконструкції / В. С. Рачкевич, Л. Я. Семанів, В. Г. Кваша, Л. В. Салійчук // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Теорія і практика будівництва. — Львів : НУЛП, 2017. — № 877. — С. 166–178.

Rachkevych V.S. Rezultaty eksperymentalnykh doslidzhen balkovoi zalizobetonnoi prolотноi budovy mosta za etapamy rekonstruktsii / V. S. Rachkevych, L. Ya. Semaniv, V. H. Kvasha, L. V. Saliichuk // Visnyk natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhnika”. Serii: Teoriia i praktyka budivnytstva. — Lviv : NULP, 2017. — № 877. — S. 166–178.

8. Типовые проекты сооружений на автомобильных дорогах. Вып.56. Пролетные строения, сборные с каркасной арматурой периодического профиля. — М. : Стройиздат, 1958. — 56с

Туровые проекты сооружени на avtomobylnykh dorohakh. Выр.56. Proletnye stroenyia, sbornые s karkasnoi armaturoi peryodycheskoho profylya. — М. : Stroiyzdat, 1958. — 56с