

За розрахунковий крок арматури для перевірових розрахунків потрібно приймати статистично обґрунтований крок арматури з забезпеченістю 95 % від їх середнього значення, що на сьогоднішній день є актуально [5] для оцінки міцнісних та жорсткісних параметрів плит за двома групами граничних станів згідно з діючими нормативними документами [2].

1. ДСТУ Б.В.2.6-4-95. Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури / Держбуд України. К., 1995. – 12 с. 2. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции – М.: Госстрой СССР, 1989. – 80 с. 3. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 89 с. 4. Гладішев Г.М., Гладішев Д.Г. Оцінка мінливості кроків арматури на несучу здатність монолітної залізобетонної плити надсилового перекриття // Збірник наукових праць „Сучасне промислове та цивільне будівництво”. Том. 1, №1: ДонНАБА. 2005. – С. 33–41. 5. Гладішев Г.М. Оцінка технічного стану залізобетонних конструкцій силосів корпусу №6 на заводі ВАТ „Миколаївцемент” // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції „Захист від корозії і моніторинг залишкового ресурсу промислових будівель, споруд та інженерних мереж”. – Донецьк: САМК, 2003. – С. 386 – 394.

УДК 624.131.64

Гнідець Б.Г., Войціховський В.І., Кавацюк І.Д., Рудий М.Й., Щеглюк М.Р.  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра мостів та будівельної механіки

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ДОСЛІДНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

© Гнідець Б.Г., Войціховський В.І., Кавацюк І.Д., Рудий М.Й., Щеглюк М.Р., 2009

**Представлено результати опрацювання методики проведення експериментальних досліджень під час випробувань елементів збірно-монолітних залізобетонних нерозрізних прогонових будов мостів коробчастої форми.**

**In this article scientifically proved results of processing methods of holding experimental research during test prefabricated monolithic elements of reinforced concrete solid stringer structure of box configuration bridges.**

**Постановка проблеми.** Вирішення проблем руху автомобільного і міського транспорту в сучасних умовах у зв'язку з ростом інтенсивності його руху, особливо в приміських зонах, містах і густонаселених місцевостях, з врахуванням перспективи пов'язане з необхідністю прискорення темпів будівництва мостів, шляхопроводів і естакад та інших інженерних споруд. З врахуванням існуючої вже забудови, яка була раніше в цих місцях, а також в місцевостях із складним рельєфом в передгірських і гірських районах, часто з'являються складні умови проектування, в яких це вимагає спеціальних підходів і застосування нових нетипових конструктивно-технологічних вирішень.

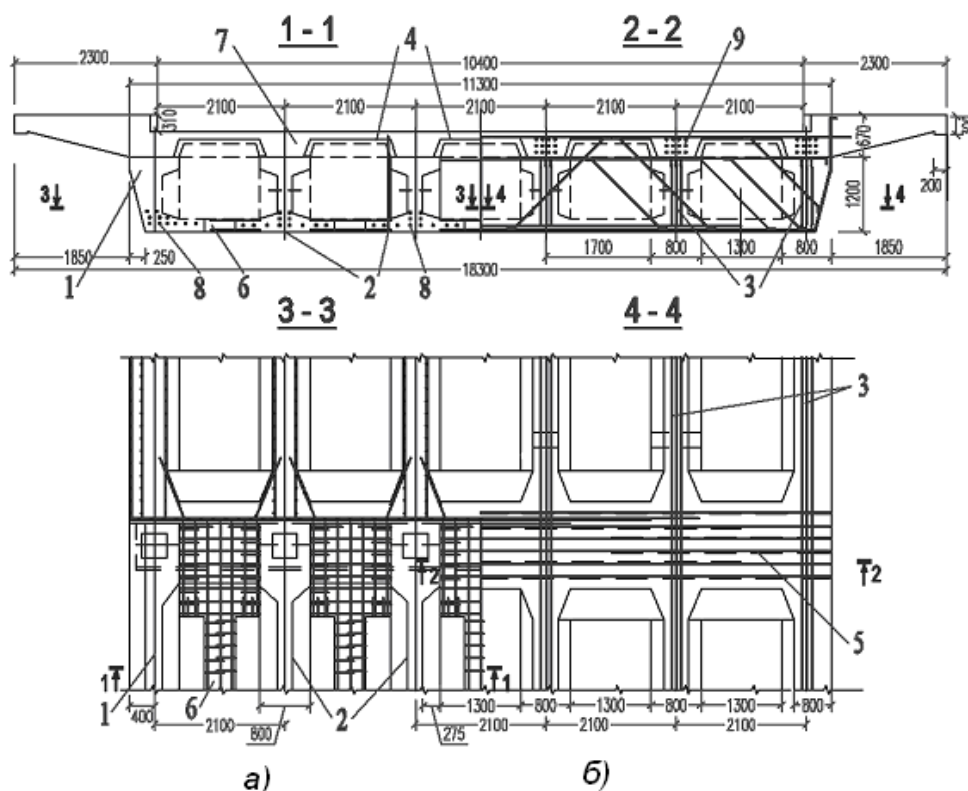
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз відомих збірних типових, а також нетипових індивідуальних конструктивно-технологічних вирішень, в тому числі з монолітного залізобетону, підтверджує низьку їх ефективність, що часом унеможливує їх широке застосування у складних умовах будівництва [1].

**Мета та задачі досліджень.** Мета дослідження – розробити методику досліджень елементів збірно-монолітних залізобетонних нерозрізних прогонових будов мостів коробчастої форми.

**Експериментальні дослідження.** Одним з вирішень цієї проблеми може бути перехід до застосування збірно-монолітних нерозрізних конструкцій прогонових будов коробчатої форми. Такі конструктивно-технологічні вирішення були запропоновані і опрацьовані в Національному університеті “Львівська політехніка” [2].

У запропонованому конструктивно-технологічному вирішенні із збірно-монолітного залізобетону поділ на збірні елементи по довжині прогонової будови проводиться на великорозмірні збірні елементи: прогонові і надпорні. Прогонові збірні елементи об’єднуються з надпорними блоками стиками, розміщеними по довжині в зонах нульових моментів за допомогою напружуваної арматури. На відміну від відомих коробчатих конструкцій прогонової будови запропоновані збірно-монолітні коробчаті конструкції можуть застосовуватись як з постійною шириною, так і зі змінною по довжині шириною.

Це стало можливим в результаті застосування нового способу поділу коробчатої конструкції прогонової будови на збірні елементи, а саме – запропоновано відділяти від стінок плиту проїзної частини прогонової будови (рис. 1). При цьому частина коробчастого перерізу, нижча від плити, поділяється по довжині на два види збірних елементів: крайню балку кутникового типу 1 та середні двотаврові балки 2, які з’єднуються між собою по довжині нижньої плити стиками 6 з замоноличуванням випусків арматури. Ширина цих стиків з метою збільшення ширини коробчастого перерізу або для зменшення ваги збірних елементів може бути змінною.



*Рис. 1. Перерізи прогонової будови та фрагменти плану:  
 а – переріз і план в межах монтажного стику; б – переріз і план на опорі;  
 1 – крайня збірна балка; 2 – середні збірні балки; 3 – монолітні надпорні балки;  
 4 – ребристі плити; 5 – ригіль в монолітній надпорній частині прогонової будови; 6 – стики  
 нижньої плити збірних балок; 7 – монолітна плита проїзної частини; 8 – робоча напружувана  
 арматура збірних балок в прогонах; 9 – надпорна напружувана арматура*

Плита проїзної частини 7 у таких збірно-монолітних коробчатих конструкціях прогонових будов мостів може виконуватись монолітною або збірно-монолітною з застосуванням ребристих плит 4 з їх домоноличуванням бетоном. Плита проїзної частини об’єднується з балками – випусками арматури подібно як в збірно-монолітних балкових мостах [3].

Запропонований спосіб поділу коробчастих конструкцій прогонових будов мостів на великорозмірні збірні елементи створює умови для їх виготовлення за технологією з натягом арматури на упори у заводських умовах, а для монтажу застосувати різні методи з використанням для їх з'єднання провірених практикою надійних стиків зі звичайною або попередньо напруженою арматурою. Напружувана арматура може розміщатись у відкритих каналах, в бетоні замоноличування або зовні без зчеплення з бетоном.

Особливості конструктивного вирішення прогонової будови загаломі окремих елементів, їх стиків, а також технології монтажу в різних стадіях з врахуванням застосування нових методів розрахунку вимагало проведення спеціальних експериментальних досліджень. З цією метою було розроблено програму випробування дослідних конструкцій прогонової будови, якою було передбачено випробування двох фрагментів збірно-монолітної нерозрізної прогонової будови мостів: прямолінійної надопорної ділянки і криволінійної ділянки в прогоні.

Перша дослідна конструкція прямолінійної надопорної ділянки була виконана як фрагмент двотаврової балки завдовжки 5,7 м, яка оперта по осі симетрії і при випробуваннях завантажувалась зосередженими силами на кінцях на відстані 2,7 м від середньої опори (рис. 2).

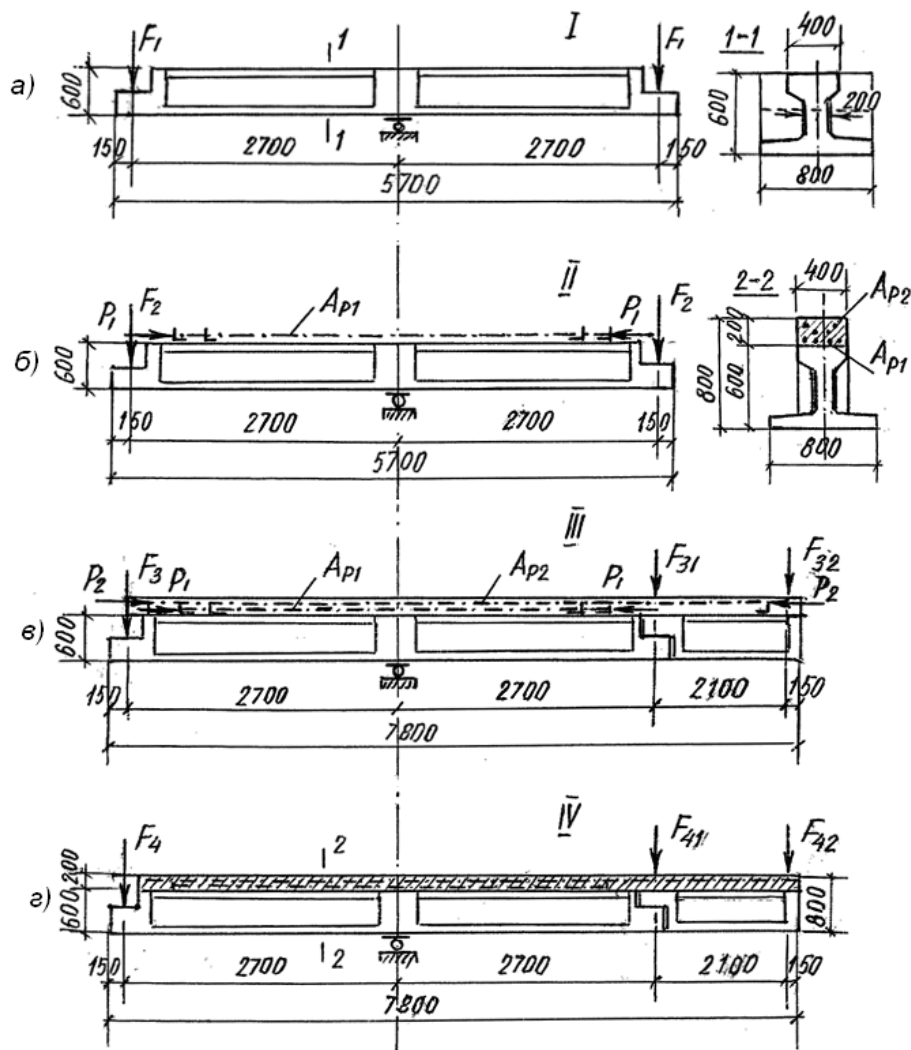


Рис. 2. Схеми завантажень та напруження арматури під час випробувань фрагмента надопорної прямолінійної ділянки в різних стадіях монтажу та випробувань (I, II, III, IV)

Випробування конструкції були проведені при чотирьох стадіях навантаження:

- стадія (I) монтажу і передачі навантажень на кінці від збірних прогонових балок (рис. 2, а);
- стадія (II) натяг частини надопорної напружуваної арматури  $A_{p1}$  (рис. 2, б);

- стадія (III) виконання стику з додатковим елементом прогонової балки довжиною 2,25 м. і натяг другої частини надопорної напружуваної арматури  $A_p2$  (рис. 2, в);
- стадія (IV) навантаження до утворення тріщин і їх розкриття після бетонування і твердіння бетону монолітної частини збірно-монолітного перерізу (рис. 2, г).

Для проведення випробувань надопорної дослідної конструкції в стадії монтажу і моделювання передачі на її консолі навантажень від прогонових збірних балок був запроєктований і змонтований спеціальний випробувальний стенд. Загальний вид випробувань дослідної конструкції на стенді показано на рис. 3.



*Рис. 3. Загальний вигляд дослідної надопорної конструкції балки монолітної ділянки на стенді*

Навантаження конструкції зосередженою силою на консолі проводилось ступенями до появи тріщини на опорі і її розкриття до 0,2 мм. На другій стадії проведення випробувань був проведений натяг напружуваної надопорної арматури, в результаті якого величина прогину консолі, яка становила при завантаженні 14,8 мм, зменшилось до 50 %, а тріщина закрилась повністю. На третій стадії випробувань на консолі правої частини дослідної конструкції був встановлений збірний елемент балки прогонової будови завдовжки 2,5 м з замоноличуванням стику і проведений натяг другої частини надопорної напружуваної арматури. На четвертій стадії було проведено замоноличування верхньої частини перерізу з напружуваною арматурою і завантаження конструкції ступенями до появи і гранично допустимої ширини розкриття тріщин.

Друга досліджувана конструкція була виконана як фрагмент прогонової частини у вигляді збірно-монолітної двотаврової балки завдовжки 4,6 м об'єднаної стиками з двома частинами надопорних балок завдовжки по 3,0 м розміщених під кутом  $25^\circ$  до осі в прогоні (рис. 4).

Випробування були проведені за схемою однопрогонової двоконсольної балки, завантаженої зосередженими силами в прогоні з вимірюванням реакцій на опорах, для чотирьох стадій, подібно як під час випробування надопорної дослідної конструкції, а саме:

- стадія (I) монтажу прогонової балки 1 на консолі надопорних частин 2 (рис. 4, а);
- стадія (II) бетонування стиків і натяг арматури  $A_p$  в нижній частині з анкетуванням її до випусків арматури з надопорних балок 2 (рис. 4, б);
- стадія (III) монтажу ребристих плит 5, натяг надопорної арматури  $A_{p1}$  і  $A_{p2}$ , бетонування монолітної частини плити 6 і простору між ребрами плит і арматурою (рис. 4, в);
- стадія (IV) навантаження конструкції до утворення тріщин і граничного їх розкриття в прогині і на опорах консолей (рис. 4, г).

Для проведення випробувань елементів прогонової будови на кривій була розроблена, виготовлена і змонтована на стенді дослідна конструкція в масштабі 1:2. Загальний вигляд випробувань дослідної конструкції прогонової будови на кривій показано на рис. 5.





напружена арматура розташована також у нижній полиці двотаврової балки в кількості 2 шт., яка після натягу з'єднується за допомогою анкерів з випусками арматури балок монолітних надпорних ділянок. У верхній зоні балок напружена арматура розташована в проміжку між збірними ребристими плитами проїзної частини. Проміжок між збірними ребристими плитами проїзної частини після натягу арматури замонолічується одночасно з замонолічуванням плити.



*Рис. 5. Загальний вигляд випробувань досліджуваної конструкції прогонової будови на кривій*

**Висновки.** Запропонована, опрацьована і перевірена в процесі експериментальних досліджень методика випробувань елементів збірно-монолітних нерозрізних коробчастих конструкцій прогонових будов мостів та їх стиків дала можливість вивчити особливості їх роботи і напружено деформований стан на різних стадіях монтажу і експлуатації.

Особливістю методики випробувань дослідної конструкції у вигляді фрагмента прогонової будови на кривих малого радіуса було дослідження роботи прогонових збірних елементів і їх стиків з надпорними частинами за одночасної дії крутних і згинальних моментів. При цьому на всіх стадіях випробувань співвідношення згинальних і крутних моментів визначались за показами вимірювань реакцій на опорах і консолях дослідної конструкції.

1. Гнидець Б.Г. Сборные предварительно напряженные неразрезные железобетонные мосты малых пролетов из типовых балок пролетных строений // Вестник Львов политехн. ин-та. – 1965. – №7. – С. 17–22. 2. Гнидець Б.Г. Збірно-монолітні залізобетонні попередньо напружені прогонові будови мостів для будівництва методом поздовжнього насунання // Збірник наукових статей. Дороги і мости. – К., 2006. – Вип. 6. – С. 24–32. 3. Збірно-монолітні залізобетонні конструкції прогонових будов мостів коробчатої форми для складних умов будівництва // Збірник наукових праць. Дороги і мости. – К., 2008. – Вип.9. – С.45–54.