

П. М. КОВАЛЬ, А. Є. ФАЛЬ (ДерждорНДІ ім. М. П. Шульгіна, Київ),  
А. П. ВЕРЬОВКА (НТУ, Київ)

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОЇ НЕРОЗРІЗНОСТІ НА ЖОРСТКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

Описано результати випробовування існуючих температурно-нерозрізних прогонових будов. Проаналізовано дані, які були отримані під час випробувань та теоретичних розрахунків, визначено конструктивний коефіцієнт. Проведено порівняння теоретичних розрахунків просторових моделей в ПК «Ліра».

Описаны результаты испытания существующих температурно-неразрезных пролетных строений. Проанализированы данные, которые были получены в ходе испытаний и теоретических расчетов, определен конструктивный коэффициент. Проведено сравнение теоретических расчетов пространственных моделей в ПК «Лира».

Natural tests of existing temperature-unsplit spans are described. The data obtained during test and theoretical computations are analyzed; the constructive factor is determined. The comparison of theoretical computations of spatial models in the LIRA SOFTWARE is carried out.

### Постановка проблеми

У зв'язку із збільшенням швидкостей і підвищенням вимог до умов руху, а саме комфортності і безпеки, при будівництві мостів, а також при їх реконструкції раціональніше всього використовувати конструкції з мінімальною кількістю деформаційних швів [1]. Починаючи з 1972 р. (за кордоном з 1966 р.), в СРСР почали використовувати конструкції прогонових будов, що монтуються з розрізних балок, які в надпорних перерізах в рівні плити проїзної частини тим або іншим способом об'єднані в безперервні ланцюги різних довжин. Такі прогонові будови отримали назву «температурно-нерозрізні».

Використання автодорожніх мостів зі зменшеною кількістю деформаційних швів є економічно обґрунтованим. Під час будівництва моста вартість деформаційних швів становить 1,5...2 % від загальної вартості споруди. Довговічність деформаційних швів 5...15 років значно менша від проектною довговічності основних несучих конструкцій мостів – 100 років. Тому під час експлуатації через негерметичні деформаційні шви значно швидше виходять з ладу такі конструкції, як балки, ригелі опор та опорні частини. Проїзд по температурно-нерозрізних прогонових будовах комфортніший, а довговічність конструкцій споруди довша. В 1972 році на основі досліджень та досвіду будівництва були розроблені методичні рекомендації [2] для температурно-нерозрізних прогонових будов мостів.

### Дослідження та публікації по проблемі

В 1972 році в СРСР при будівництві моста через р. Оку з метою скорочення кількості деформаційних швів розрізні балочні прогонові будови над проміжними опорами об'єднали в температурно-нерозрізні секції довжиною до 260 м. Для цього між торцями суміжних прогонових будов в рівні плити проїзної частини вклали вставки із монолітного ненапруженого бетону. Товщина з'єднувальних плит 8 см, довжина 30 см.

На даний час в Росії розроблені методичні рекомендації [3], в яких враховані нові розробки та досвід експлуатації температурно-нерозрізних мостів.

Типовим прикладом температурно-нерозрізної прогонової будови за кордоном є віадук Пон де Уш (Франція). В ньому плита проїзної частини товщиною 0,2 метри виконана безперервною в межах восьми прогонів з одного боку моста і шести з іншого. На основі досліджень, які показали, що в з'єднувальній плиті з'являються тріщини, для її армування використали оцинковану сталь [1].

В 1977 році в Югославії побудований міст із температурно-нерозрізними збірними прогоновими будовами. Прогонові будови склалися із двотаврових складених по довжині клеєних балок довжиною 39 м, об'єднаних по плиті збірної конструкції проїзної частини товщиною 20 см в температурно-нерозрізні секції довжиною до 450 м [1].

В Україні у 80-90 х роках ХХ століття було побудовано ряд температурно-нерозрізних мос-

тів за типовими проектами Київської філії Союздорпроекту (серія 3.503.1-58 вип. 0-4, ч. I, 1982 р.) для прогонових будов від 12 до 33 м та Укрдіпродору (серія 5.106-76) для прогонових будов із пустотних плит довжиною 12 і 18 м.

Узагальнення досвіду проектування та будівництва температурно-нерозрізних мостів в Україні знайшло відображення в рекомендаціях [4]. В цьому документі приведені основні конструктивні рішення влаштування температурної нерозрізності прогонів та пропозицій з їх розрахунку. Але в цих розрахунках не розглядається вплив температурної нерозрізності на сумісну роботу об'єднаних прогонових будов.

### Мета досліджень

Метою досліджень є визначення впливу температурної нерозрізності на сумісну роботу прогонових будов автодорожніх мостів.

До сьогоднішнього дня існує твердження, що об'єднання розрізних прогонових будов в температурний ланцюг не змінює характеру їх роботи на вертикальні навантаження, що тільки при дії горизонтальних сил і змінах температури об'єднані прогонові будови працюють як нерозрізні [2]. Вважається, що плита, висота якої становить 1/5 висоти балки, не впливає на загальний характер роботи балок прогонової будови.

Більш детальні оцінки просторової роботи температурно-нерозрізних систем можна отримати за результатами натурних випробувань існуючих мостів.

Під час будівництва автодороги Київ – Одеса для транспортних споруд використовувались удосконалені уніфіковані збірні попередньо-напружені балки з недобетоненою плитою, які встановлювали в проектне положення, після монтажу балок зверху бетонувалась монолітна плита проїзної частини (рис. 1).

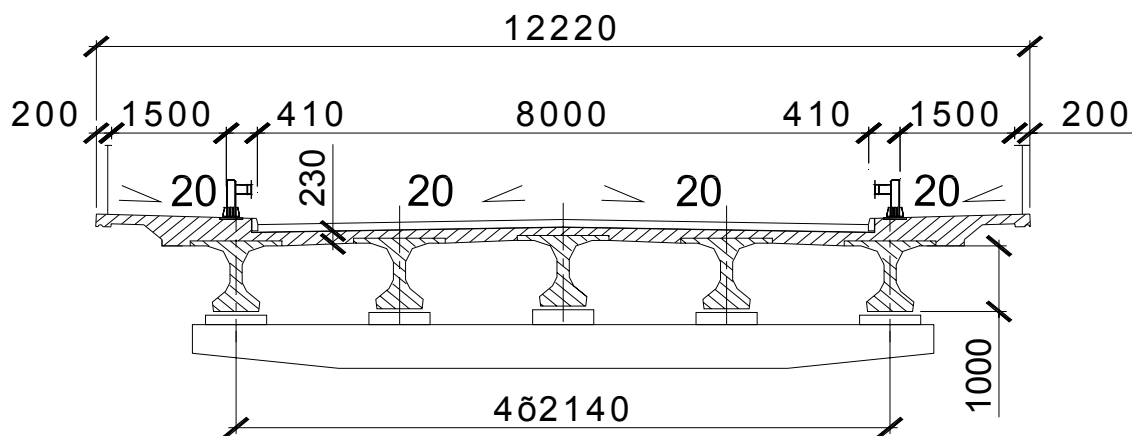


Рис. 1. Поперечний переріз шляхопроводу на км 261+441

З метою уникнення влаштування великої кількості деформаційних швів прогонові будови влаштовували температурно-нерозрізними.

У зв'язку з тим, що даний тип конструкції був новим для України, проводились детальні дослідження характеру роботи таких конструкцій.

Середні прогони шляхопроводу склалися з попередньо напружених балок довжиною 24 м. Для отримання максимального згинального моменту в прольоті були використані для завантаження три автомобілі КраЗ вагою 24 т кожен та один автомобіль КамАЗ вагою 22 т (рис. 2). Загальна вага випробувального навантаження становила 94 т.

В результаті випробування шляхопроводу в Кіровоградській області на км 261+441 (рис. 1) отримали дані, по яким були побудовані епюри прогинів, які свідчать про забезпеченість поперечної жорсткості прогонової будови (рис. 3).

При статичних випробуваннях шляхопроводу було зафіксовано максимальний прогин  $f_e = 6,86$  мм в балці БЗ. Згідно теоретичного розрахунку величина прогину балки БЗ від випробувального навантаження становить  $f_t = 21,5$  мм. Таким чином, конструктивний коефіцієнт становить  $K = 6,86/21,5 = 0,32$ . Згідно вимог нормативного документу [5], конструктивний коефіцієнт повинен знаходитись у межах  $0,5 < K < 0,7$ .



Рис. 2. Випробування шляхопроводу на км 261+441

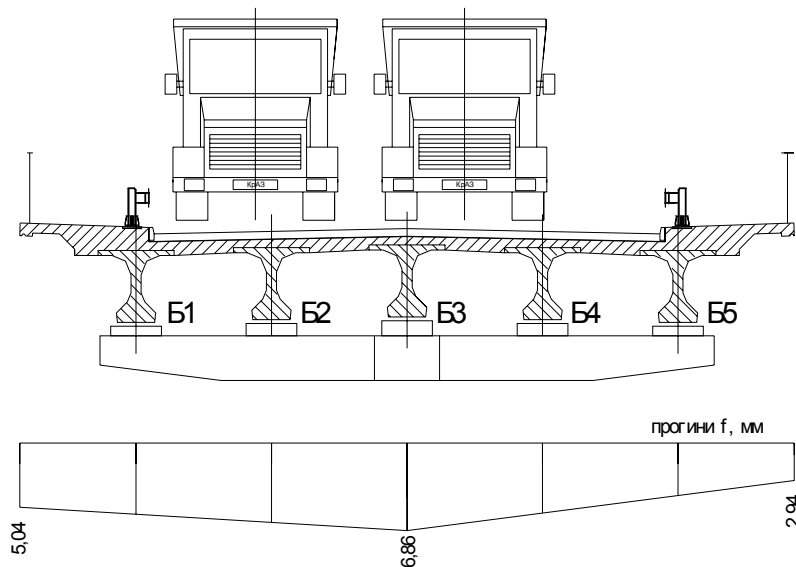


Рис. 3. Елюра прогинів балок від завантаження прогонової будови за схемою 3

Максимальний прогин при даній схемі є значно меншим за допустимий прогин, що становить 60 мм. Це становить 1/3498 прогону, що в 8,7 разу менше нормованої величини – 1/400 прогону. Тобто, експериментальний прогин суттєво менший від теоретичного. Це свідчить, що розрахунок не враховує якісь додаткові впливи на реальну роботу балок прогонової будови.

Для визначення додаткових впливів на роботу балок температурно-нерозрізної прогонової будови проводились розрахунки моста в програмному комплексі «Ліра». Для порівняння результатів були змодельовані одно- та двопр-

гонова температурно-нерозрізні будови шляхопроводу (рис. 4).

Як несучі елементи для побудови моделі були використані балки типу 3 Bet-90 довжиною 24 м. Товщина плити та температурно-нерозрізної плити 0,23 м, асфальтобетону – 0,12 м. Для балок було задано жорсткісні характеристики бетону В40, для плити – В30. Тимчасове навантаження на прогонову будову прийняте А15 з врахуванням відповідних коефіцієнтів.

В результаті розрахунку були побудовані епюри прогинів, які відображають характер просторової роботи прогонової будови (рис. 5).

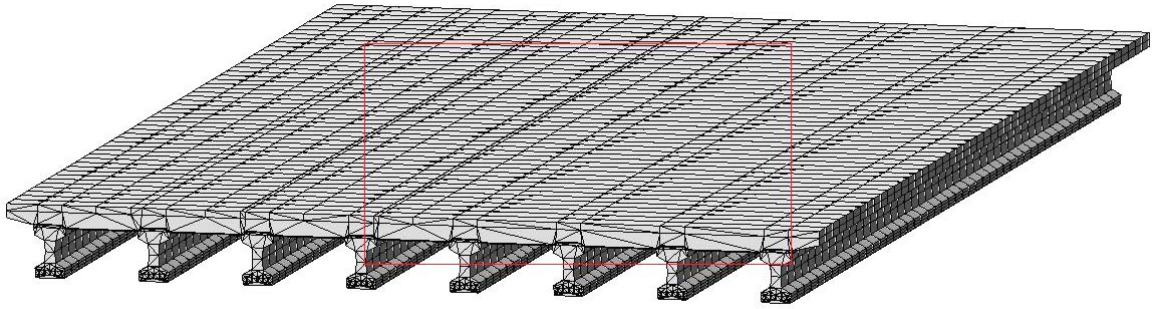


Рис. 4. Модель однопрогонової будови

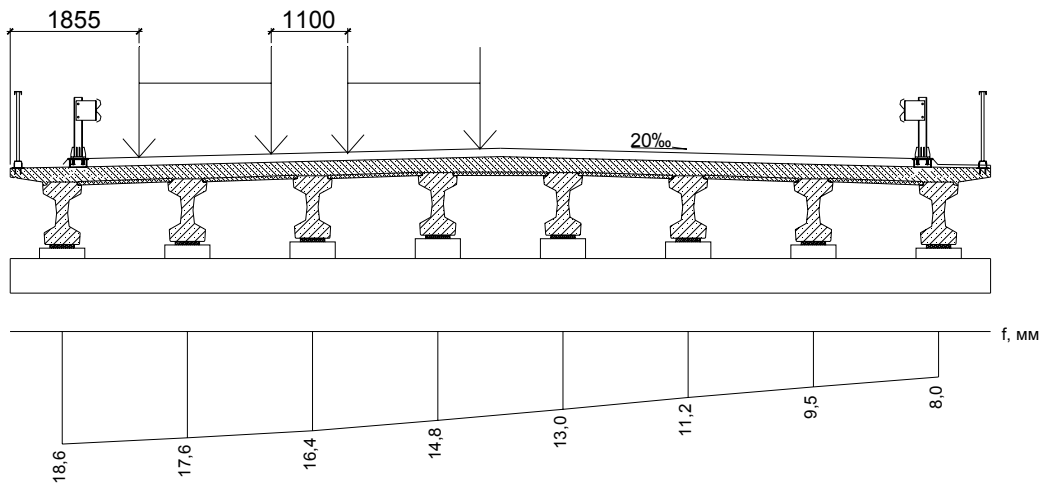


Рис. 5. Епюра прогинів балок однопрогонової будови шляхопроводу від тимчасового навантаження А15

Максимальний прогин  $f_T = 18,6$  мм був отриманий у крайній балці. Максимальний прогин при даній схемі є меншим за допустимий прогин, що становить 60 мм. Це становить 1/1280 прогону, що в 3,2 разу менше нормованої величини – 1/400 прогону.

Аналогічне завантаження було реалізоване для двопрогонової будови, балки якої над проміжною опорою об'єднані температурною плитою.

За результатами розрахунку двопрогінної температурно-нерозрізної прогонової будови отримали наступну епюру прогинів (рис. 6).

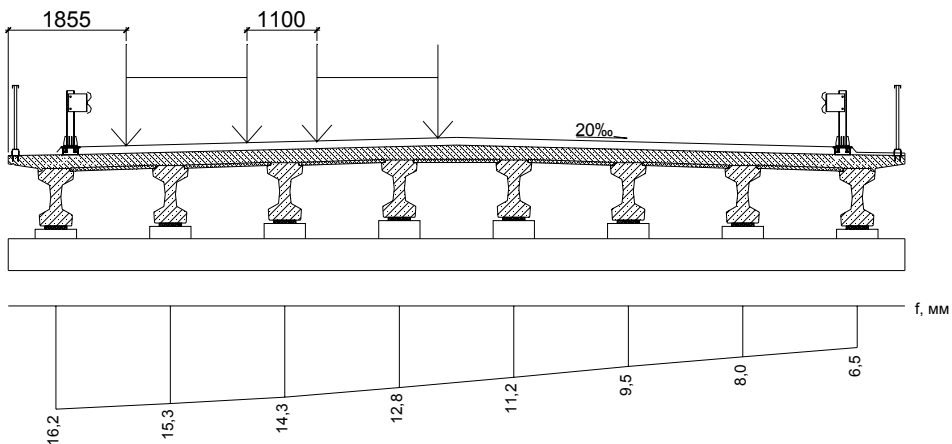


Рис. 6. Епюра прогинів балок двопрогонової будови шляхопроводу від тимчасового навантаження А15

Максимальний прогин був отриманий у крайній балці  $f_t = 16,2$  мм. Максимальний прогин при даній схемі є меншим за допустимий прогин, що становить 60 мм. Це становить 1/1480 прогону, що в 3,7 разу менше нормованої величини – 1/400 прогону.

Порівняння результатів двох розрахунків показують різницю величин максимальних прогинів  $f_t = 2,4$  мм, що становить 14,8 %. Це показує, що розрізна та температурно-нерозрізна прогонова будова мають різну деформативність, тобто температурно-нерозрізна плита впливає на характер роботи балок і розвантажує їх за рахунок перерозподілу напружень на сумісні прогони.

### Висновки

1. Результати натурних випробувань існуючих споруд та теоретичних розрахунків показують, що величина конструктивного коефіцієнта температурно-нерозрізних прогонових будов менша 0,5. Згідно вимог нормативного документу [5], якщо коефіцієнт  $K < 0,5$ , це вказує на наявність в елементах моста резервів несучої здатності.

2. Розрахунки моделей прогонових будов показують різні значення прогинів при однакових схемах тимчасового навантаження. Температурно-нерозрізна прогонова будова має менші прогини, ніж аналогічна розрізна. Тобто однією з причин отримання малих величин конструктивних коефіцієнтів є температурна нерозрізність прогонової будови. Плита, яка з'єднує два суміжні прогони, включає в сумісну роботу прогонової будови на сприйняття тимчасового навантаження.

3. Для більш детального аналізу роботи температурно-нерозрізних прогонових будов доцільно провести теоретичні розрахунки та експериментальні дослідження таких натурних об'єктів, щоб встановити степінь впливу температурної нерозрізності на напружено-деформований стан балок мосту.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Захаров, Л. В. Сборные неразрезные железобетонные пролетные строения мостов [Текст] / Л. В. Захаров, Н. М. Колоколов, А. Л. Цейтлин. – М.: Транспорт, 1983. – 232 с.
2. Захаров, Л. В. Сборные неразрезные железобетонные пролетные строения мостов [Текст]: Методические рекомендации по проектированию и строительству температурно-неразрезных пролетных строений мостов на автомобильных дорогах / Л. В. Захаров. – М.: Союздорнии, 1977. – 74 с.
3. Методические рекомендации по применению конструкций температурно-неразрезных пролетных строений [Текст]. – М.: Росавтодор, 2003. – 60 с.
4. Методичні рекомендації з проектування та застосування конструкції температурно-нерозрізних прольотних будов [Текст]. – К.: Укравтодор, 2008. – 107 с.
5. ДБН В.2.3-6-2002 Мости та труби. Обстеження та випробування. [Текст]: Затв.: Наказ Держбуду України від 10.01.2002. – К.: Держбуд України, 2002. – 29 с.
6. Мости: конструкції та надійність [Текст] / за ред. В. В. Панасюка і Й. Й. Лучка. – Львів: Каменяр, 2005. – 989 с.

Надійшла до редколегії 15.03.2010.

Прийнята до друку 24.03.2010.