

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ МЕТАЛЕВИХ БАЛОК ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА АВТОДОРОЖНЬОГО МОСТА

**Коваль П.М.**

*Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна*

**Балабух Я.А.**

*ЛРНТЦ ДерждорНДІ*

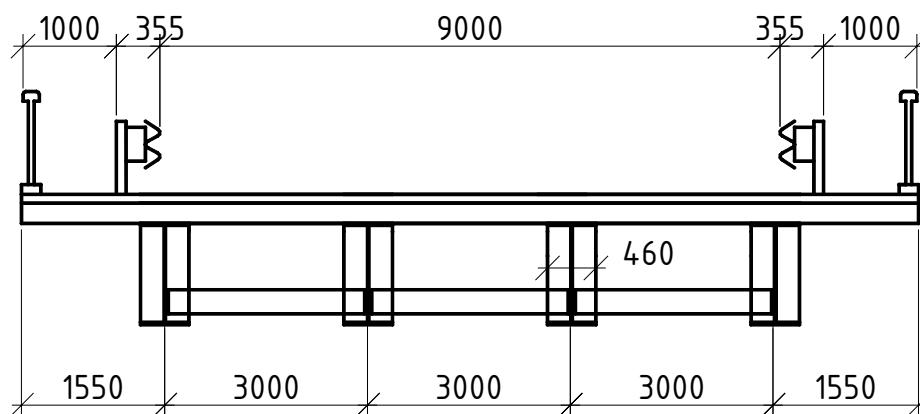
Наведено результати дослідження та випробування дослідної одноконсольної конструкції головних балок і стиків натурних розмірів та оцінювання експлуатаційних якостей металевих балок після тривалого зберігання (15 років) для будівництва автодорожнього моста

В практиці мостобудування виникає необхідність використання при будівництві автодорожніх мостів на місцевих дорогах металевих балок або ферм, які тривалий час зберігалися або використовувалися для конструкцій тимчасових прогонів мостів. Важливо при використанні таких конструкцій визначити їх надійність для тривалої експлуатації під нормовані навантаження.

Оцінювання надійності збережуваних конструкцій мостів теоретичним методом представлено у роботі [1]. Нижче приведено приклад експериментального оцінювання експлуатаційних якостей металевих балок після тривалого зберігання (15 років) для будівництва автодорожнього моста. Випробування фрагменту прогонової будови, змонтованої з використанням балок мобрезерву БРП виконане у 2002 році при відновленні мостового переходу через р.Шопурка Закарпатської області, зруйнованого повінню.

Випробування фрагменту прогонової будови моста з використанням металевих балок мобрезерву БРП мостового переходу через р.Шопурка виконане з ЗАТ „Трансмост”, працівниками науково-виробничого підприємства „Тріада” у серпні 2002 р. за участю авторів.

Прогонова будова довжиною 24,0 м утворена у поперечному перерізі з чотирьох двотаврових балок на відстані 3,0 м, з'єднаних швелерними в'язями (рис. 1.).



*Рис. 1. Поперечний переріз сталезалізобетонного моста  
з 4 головними балками*

Монтажні стики передбачені у кожній чверті прольоту. Об'єднання монолітної плити з балками виконано замонолічуванням жорстких упорів, приварених до верхніх поясів. Висота складених балок становить 1040 мм. Накладки, які перекривають стик, мають площу перерізу не меншу за основний переріз балки.

За мету випробування ставили дослідження напружено-деформованого стану металевих балок і зварних монтажних стиків.

У процесі випробувань досліджували:

- фактичну несну здатність, стійкість та жорсткість головних балок і напружено-деформований стан стиків;
- відповідність розрахункових величин отриманим експериментальним результатам;
- можливість використання запропонованих стиків для пропускання рухомих навантажень;
- процес мікро – і макротріщиноутворення в елементах стиків методом акустичної емісії.

Статичні випробування фрагменту прогонової будови виконували шляхом навантаження залізобетонними конструкціями.

Для експериментальних досліджень роботи елементів головних балок і стиків виготовлено конструкцію з двох металевих балок прогонових будов загальною довжиною 24,0 м.

Балки складені за схемою 6,0+12,3+5,7 м з двома монтажними стиками: існуючим на заклепках та монтажним [1].

Випробування дослідної конструкції проводили на тимчасовому стенді, розташованому біля місця будівництва моста (рис.2).

Складання конструкції головної балки проводили встановленням окремих балок на дві тимчасові залізобетонні опори. Опорні частини виконано з поліуретану. Довжина основного прогону становила 18,23 м, консолі – 5,27 м. Права опорна частина розміщувалась над опорним стиком.



*Рис. 2. Випробування дослідної конструкції, змонтованої з металевих балок тривалого зберігання*

Як випробувальне навантаження використовували металеві та залізобетонні конструкції. Перед початком навантаження для встановлення фактичної ваги конструкції вантажів зважували.

У процесі випробувань виконували такі вимірювання (рис.3):

- загальні переміщення і деформації елементів конструкцій;
- відносні деформації поперечних перерізів;
- місцеві деформації (зміщення у з'єднаннях).



а

б

а – індикатори для заміру деформацій; б – перетворювачі акустичної емісії.

Рис. 3. Розміщення приладів під час випробування балок

При проведенні випробувань навантаження проводили у такому порядку (рис. 4):

- навантажували фрагмент над лівою опорою металевими і залізобетонними конструкціями загальною вагою 13,6 т для вантаження;
- на консоль прикладали навантаження зі збірних залізобетонних конструкцій до отримання максимального моменту за несною здатністю нормальних перерізів у зоні зварного стику;
- на кожному ступені конструкцію витримували під навантаженням по 15 хвилин для знімання відліків на приладах.

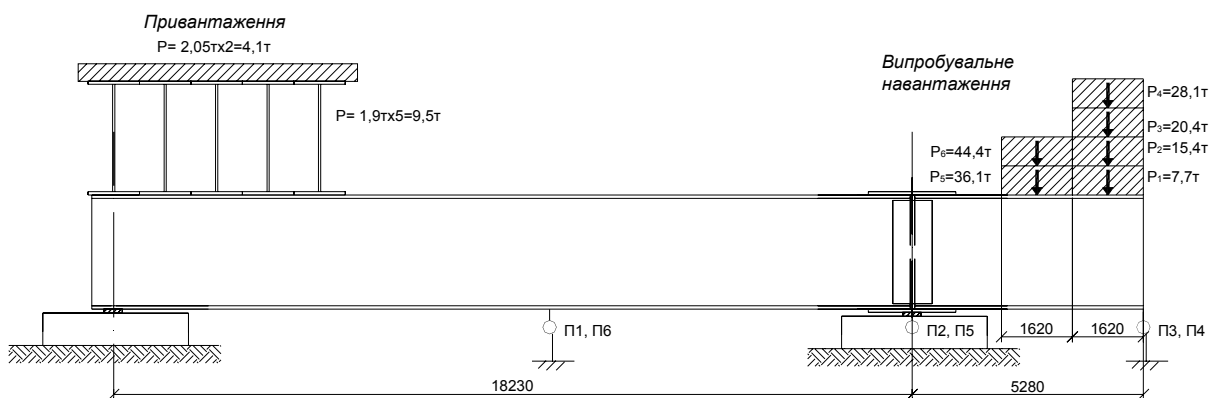


Рис. 4. Схема випробування балок і зварних стиків

Для вимірювання прогинів балок у прольоті та на консолі були встановлені прогиноміри ПАО-6. Осідання опор також вимірювали прогиномірами. До балок прогонових будов прогиноміри закріплювали струбцинами. Для вимірювання деформацій у балках прогонових будов були використані індикатори з ціною поділки 0,001 мм на базі 200 мм.

Для виявлення дефектів досліджуваних балок при усіх схемах статичних навантажень фіксували акустичну емісію несних конструкцій моста. Сигнали акустичної емісії, що виникали у перерізах конструкції, реєстрували та аналізували за допомогою програмно-технічного комплексу „АКЕМ”. Цей програмно-технічний комплекс побудований на базі персонального комп’ютера з використанням технології „PCLabCard”. Технологія впровадження і використання методу акустичної емісії при дослідженнях мостів досить повно відображена у науково-технічній літературі [2, 3, 4, 5, 6, 7 та ін.].

Для визначення величини випробувального навантаження та оцінювання несної здатності балок прогонової будови та стиків виконано перевірні розрахунки з використанням фактичних розмірів і фізико-механічних властивостей матеріалів.

В процесі випробувань отримано згинальні моменти в перерізах балок прогонової будови при таких навантаженнях:

- внаслідок привантаження лівої опори;
- при навантаженні ступенями (6 ступенів) консолі (рис. 5);
- максимальне значення при навантаженні консолі.

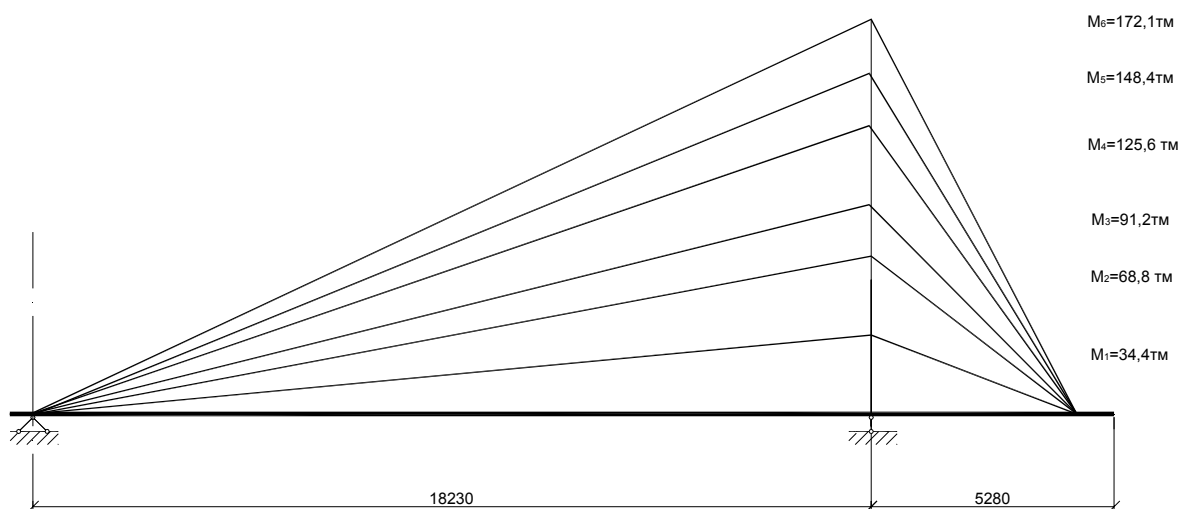


Рис. 5. Епюри згинальних моментів в балках

За результатами випробувань та розрахунків визначено несну здатність прогонової будови і стика.

Після аналізу результатів експериментально-теоретичних досліджень [8, 9] зроблено висновки відносно експлуатаційних якостей металевих головних балок прогонової будови.

Встановлено достатню міцність конструкції, оскільки згинальний момент величиною 860,3 кНм (86,03 тМ), отриманий при навантаженні консолі, відповідає зусиллю, прийнятому у проекті моста ВИП.

Максимальний прогин на консолі при нормативному навантаженні становив  $f_{докл.} = 37,86$  мм (рис. 6) при допустимому за нормами прогину  $f = \frac{1}{400}l = \frac{1}{400}24000 = 60$  мм. У той же час, розрахунки дали дещо занижене значення прогину на першій стадії роботи балки  $f_{теор.} = 26$  мм.

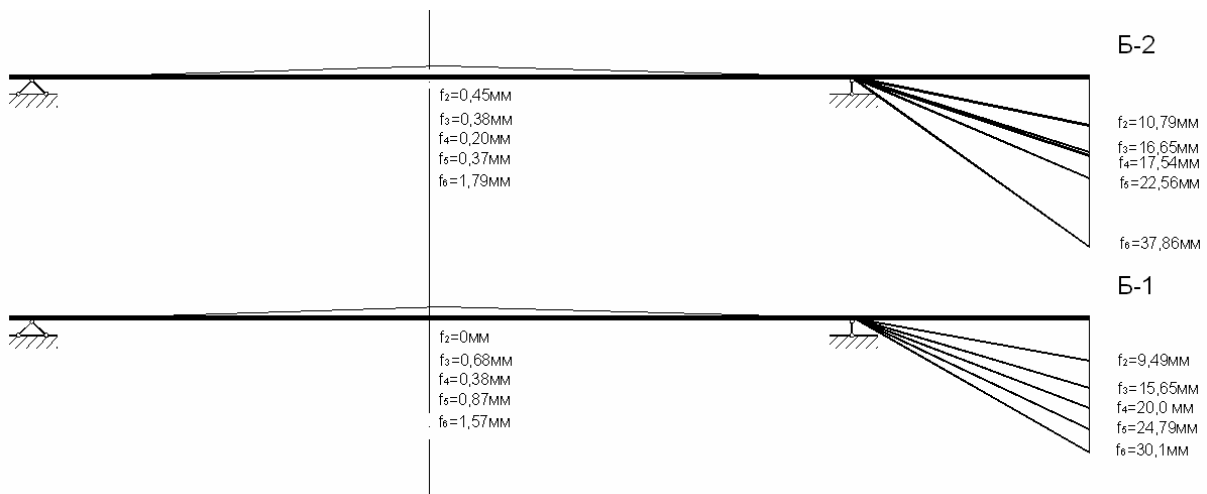


Рис. 6. Етюри прогинів балок

Максимальні напруження у поясах головної балки на рівні поясних накладок при найбільшому прикладеному зусиллі складає 122,9 МПа у розтягнутому поясі та 110,3 МПа – у стиснутому поясі (рис. 7), що менше розрахункового, який для використаної у балках сталі 15ХСНД становлять  $R_y = 285$  МПа [72].

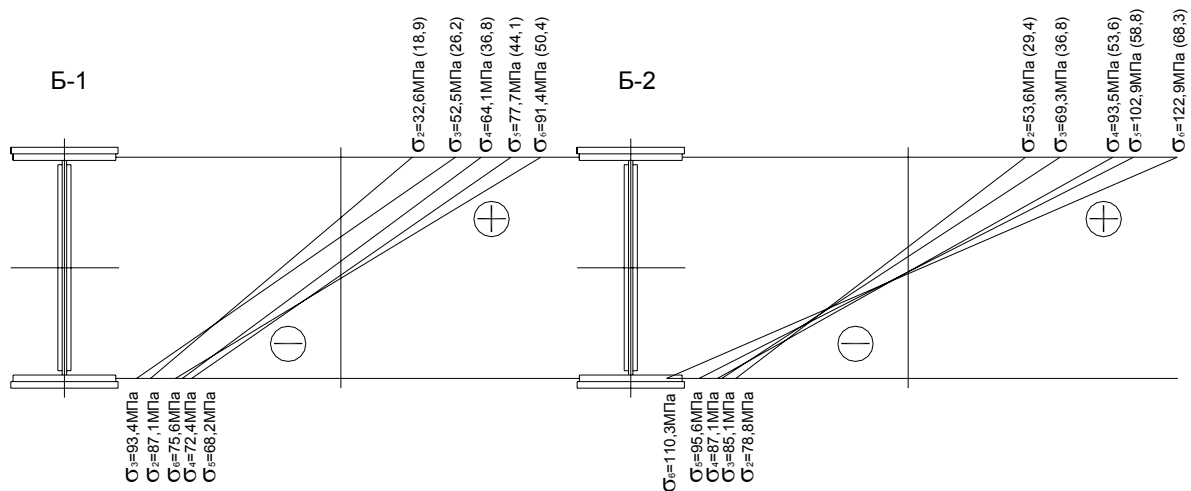


Рис. 7. Етюри нормальних напружень в стиках балок

Дослідження мікро- і макротріщиноутворення методом акустичної емісії на усіх стадіях навантаження показали, що в елементах стиків відсутні процеси тріщиноутворення, які можуть призвести до руйнування балок при дії встановлених нормами експлуатаційних навантажень.

Для підтвердження достатніх експлуатаційних якостей проведено дослідження металу швів стика. За результатами цих досліджень зроблено висновки про те, що у мікроструктурі сталі основного металу зварного з'єднання виявлено рядкове розташування неметалевих включень, переважно сульфідів та фосфідів.

Відмічено, що зварні шви виконані якісними електродними матеріалами (рис. 8). У наплавленому металі відсутні дефекти, які б послаблювали зварне з'єднання.

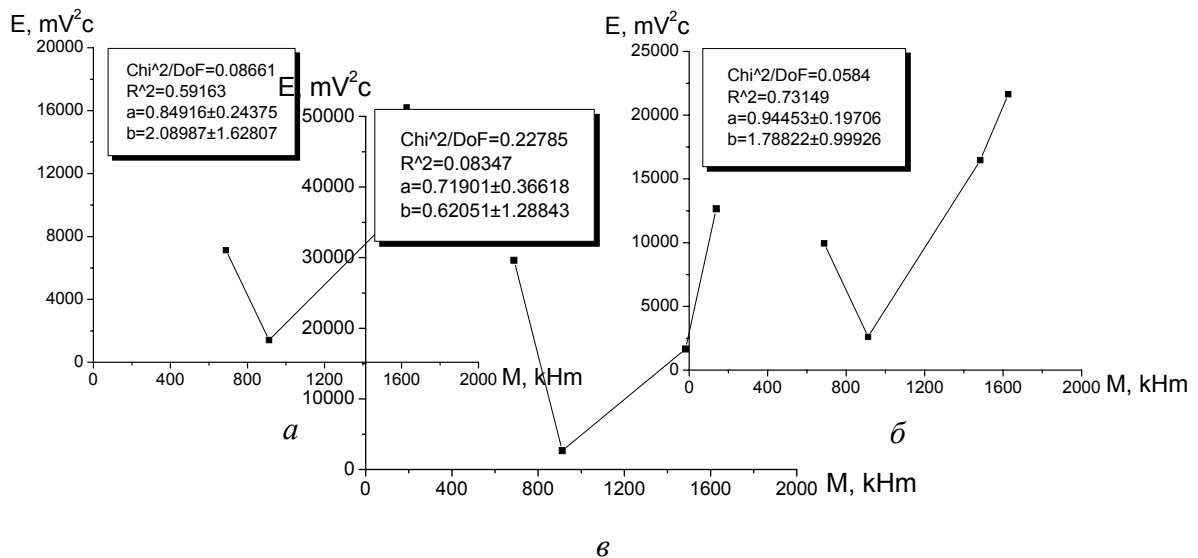


Рис. 8. Залежність нагромадження енергії сигналів АЕ від навантаження в циклі при випробуванні металевих балок. Часовий відрізок процесу нагромадження: а – 2,7 с; б – 8,1 с; в – 10 с.

Таким чином, випробування дослідної одноконсольної конструкції головних балок і стиків натурних розмірів свідчать про те, що при зазначеному конструктивному рішенні забезпечено необхідну несну здатність і жорсткість як головних балок, так і зварних монтажних стиків, що об'єднують балку у єдину систему.

Це підтверджує достатню надійність головної балки, визначеної імовірно-статичними методами у роботі [1].

## Література

1. Коваль П.М., Балабух Я.А. Оцінювання надійності збережуваних конструкцій мостів / Дороги і мости: збірник наукових праць. В 2-х томах: Т. 1. – К.: ДерждорНДІ, 2007. – Випуск 7. – С. 261-270.
2. Лучко Й.Й., Коваль П.М., Дем'ян М.Д. Методи дослідження та випробування будівельних матеріалів і конструкцій. – Львів: Каменяр, 2001 – 434 с.

3. Сагайдак А.И., Шевляков К.В. Техническая диагностика строительных конструкций с использованием метода акустической эмиссии // Бетон и железобетон – пути развития. Науч. тр. 2<sup>й</sup> Всероссийской (международной) конф. по бетону и железобетону. В 5 томах. – НИИЖБ, 2005. – Том 2. – С. 745-748.
4. Коваль П.М. Використання методу акустичної емісії при дослідженні мостів // Автошляховик України, 2002. – № 1. – С. 34-37.
5. Андрейкив А.Е., Лысак Н.В. Метод акустической эмиссии в исследованиях процессов разрушения. – М., 1987. – С. 121-136.
6. Филоненко С.Ф. Акустическая эмиссия. К.: КМУЦА МОН Украины, 1999. – 304 с.
7. Коваль П.М., Полюга Р.І., Сташук П.М. Діагностика залізобетонних балкових конструкцій, що працюють в умовах малоциклових навантажень із використанням методу акустичної емісії // Ресурсоекономні матеріали, конструкції будівлі та споруди. Зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2006. – Вип. 14. – С. 481-487.
8. Звіт з випробування і дослідження зварних стиків прогонових будов L=34 м мостового переходу через р. Шопурка на автомобільній дорозі Великий Бичків – Кобилецька Поляна, км 5+930 ... км 6+670, Закарпатська обл. / НВП “Тріада” – Договір № 02-17. Кер. договору П.М.Коваль, 2002. – 39 с.
9. Звіт з розрахунків прогонової будови та конструювання. Внесення змін в конструкцію прогонової будови шляхопроводу з використанням балок мобрезерву в РП капітального ремонту автомобільної дороги Львів – Краковець, Західний обхід м. Львова ділянки км 11+500 – 12+900 / НВП “Тріада” – Договір № П 02-31. Кер. договору О.П.Кіндратович, 2003. – 52 с.