

ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ

*Захарченко М.Р. ДМ-41-18, Буаіша Ашраф ДМ-51-21
Науковий керівник: к.т.н., доцент С.Н. Краснов
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

До пішохідних мостів відносяться мостові споруди (мости, шляхопроводи, віадуки, естакади та інше), які призначені для руху пішоходів, що визначає їх планувальні та конструктивні особливості. Пішохідними мостами масового будівництва є мости балкової системи. Пішохідними мостами масового будівництва є мости балкової системи, побудовані із залізобетонних попередньо напружених або звичайних стандартних мостових балкових систем, що використовуються в автодорожніх мостах.

Залежно від статичної схеми балкові мости можуть бути: розрізною, нерозрізною та консольною систем [1,2].

Особливе місце у конструкціях пішохідних мостів займають розпірні системи – рамні та арочні. Відмінною рисою цих систем є менші витрати матеріалів, що йдуть на прогонові будови, ніж у балкових мостах. Однак через передачу реакції розпору опори доводиться робити більш потужними.

Для подолання глибоких ярів, каньйонів та ущелин застосовуються легкі конструкції висячих систем (підвісні мости).

Останнім часом великого поширення набули пішохідні мости з балкою жорсткості, що підтримується системою вант, симетрично або несиметрично розташованих по обидва боки пілонів (вантові мости).

Крім розглянутих вище систем, у мостах застосовують також комбіновані системи, утворені з балок (або ферм), посилені нижнім додатковим поясом у вигляді шпренгелю або гнучкої арки. До них належать також наскрізні ферми з жорстким верхнім або нижнім поясами.

Розглянуті типи пішохідних мостів мають ряд переваг, але також позначені і такі невирішені завдання, як: зменшення власної ваги конструкції,

відмова від монтажного зварювання, зниження трудомісткості при виготовленні елементів та монтажі конструктиву, збільшення компенсаційної здатності стрижнів та наявність демпферної здатності при динамічних впливах.

Сказане спонукає до пошуку нових прогресивних, ефективних та керованих універсальних конструкцій для прогонових будов пішохідних мостів.

Окремою, але досить актуальною проблемою є створення такої конструкції пішохідного мосту, яку можна використовувати в умовах важкої доступності, в гірських районах і над існуючими авто - і залізницями без зупинки руху. Як наслідок, це повинні бути конструкції з максимальною заводською готовністю, і конструкції практично ручного складання, що зводяться зі стандартних, легкозамінних і нарощуваних модульних елементів, що не потребують зварювання на будівельному майданчику.

Значною мірою подібним умовам відповідають просторові стрижневі конструкції, як прямолінійного, і криволінійного обриси.

Однак широке впровадження цих конструкцій у практику будівництва стримується відсутністю надійних способів оцінки їхнього напружено-деформованого стану, оптимізації параметрів, а також ефективних технологій їх виготовлення.

В основі підходу лежать енергетичні засади, запропоновані Г.В. Васильковим та розвинені у роботах В.С. Шмуклера [3]. Зокрема постулюється, що необхідний набір позитивних якостей конструкції може бути позначений за рахунок використання методів прямого проектування (регулювання) шляхом введення в опис задач зовнішніх і внутрішніх параметрів системи.

При формуванні конструкції балочного прогонового будови пішохідного мосту у вигляді просторової стрижневої системи, верхній пояс якої об'єднаний із залізобетонною плитою настилу моста, як зовнішні

параметри доречно прийняти висоту структури i , як наслідок, кути нахилів розкосів конструкції та координати вузлів.

Як внутрішні параметри системи виступають площі поперечних перерізів стрижнів структури i товщина бетонної плити при заданих розрахункових характеристиках матеріалів.

Для реалізації поставленого завдання послідовно змінювалася будівельна висота моста h від 1,0 м до 2,4 м з кроком 0,1 м із визначенням максимальних зусиль в основних елементах та сумарної потенційної енергії деформації системи (табл. 1).

В результаті послідовної зміни будівельної висоти h отримано графік, що характеризує зв'язок між потенційною енергією деформації системи та висотою конструкції (рис. 1).

Розрахунок прогонової будови пішохідного мосту у вигляді просторової стрижневої системи виконано з використанням ПК «Ліра» (версія 9.6) [4]. Розрахункові навантаження на прогонову будову: власна вага та тимчасове навантаження від пішоходів, що дорівнює $4,0 \times 1,4 = 5,6$ кПа. Внаслідок розрахунку отримані зусилля у всіх елементах прогонової будови. Для кожного елемента, залежно від діючого зусилля, визначено відповідні перерізи елементів та загальну витрату металу.

На основі наведеного рішення для подальшого проектування була визначена найбільш раціональна будівельна висота конструкції, що дорівнює $h = 1,9$ м, і, відповідно, кути нахилу розкосів $\alpha = 68,5^\circ$ і $\beta = 69,84$.

Виконано порівняння витрати матеріалів пропонованої балочної структурної конструкції сталезалізобетонної прогонової будови пішохідного мосту та сталезалізобетонної прогонової будови, що зводиться за типовим проектом серії 3.501.1–165 [5].

Таблиця 1 Розрахунок потенційної енергії деформації

Висота прольоту h , м	Максимальне зусилля в елементах N , кН				Потенціальна енергія деформації системи U , кДж
	нижній пояс	верхній пояс	восходящий раскос	нисходящий раскос	
1,0	977,3	-51,9	-115,0	104,5	43,03
1,1	890,3	-47,2	-109,6	99,9	40,93
1,2	817,5	-43,4	-105,4	96,0	39,34
1,3	755,8	-40,1	-102,1	93,0	38,15
1,4	702,8	-37,3	-99,5	90,5	37,25
1,5	656,8	-34,8	-97,4	88,4	36,61
1,6	616,5	-32,7	-95,7	86,7	36,18
1,7	581,0	-30,8	-94,3	85,2	35,91
1,8	549,3	-29,1	-93,1	83,9	35,76
1,9	521,0	-27,6	-92,1	82,9	35,75
2,0	495,5	-26,3	-91,3	81,9	35,83
2,1	472,4	-25,1	-90,5	81,1	35,98
2,2	451,4	-23,9	-89,9	80,4	36,21
2,3	432,2	-22,9	-89,4	79,8	36,53
2,4	414,6	-22,0	-89,0	79,3	36,90

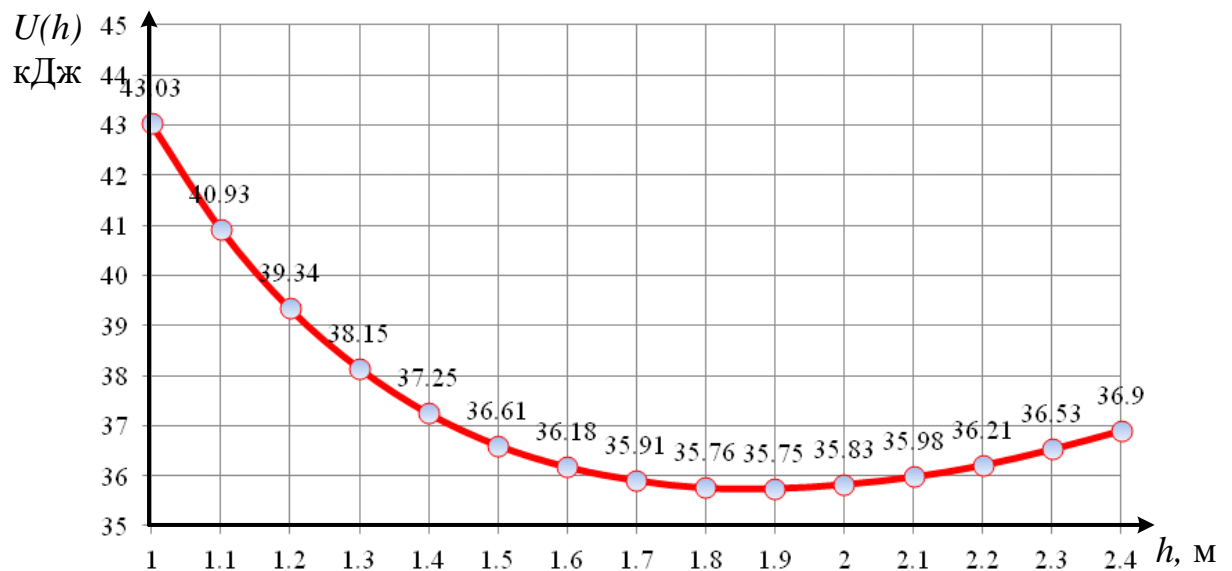


Рисунок 1 – Зв'язок між потенційною енергією деформації системи та висотою конструкції

Конструкція сталезалізобетонної прогонової будови пішохідного мосту, виконаного за типовим проектом, представлена на рис. 2.

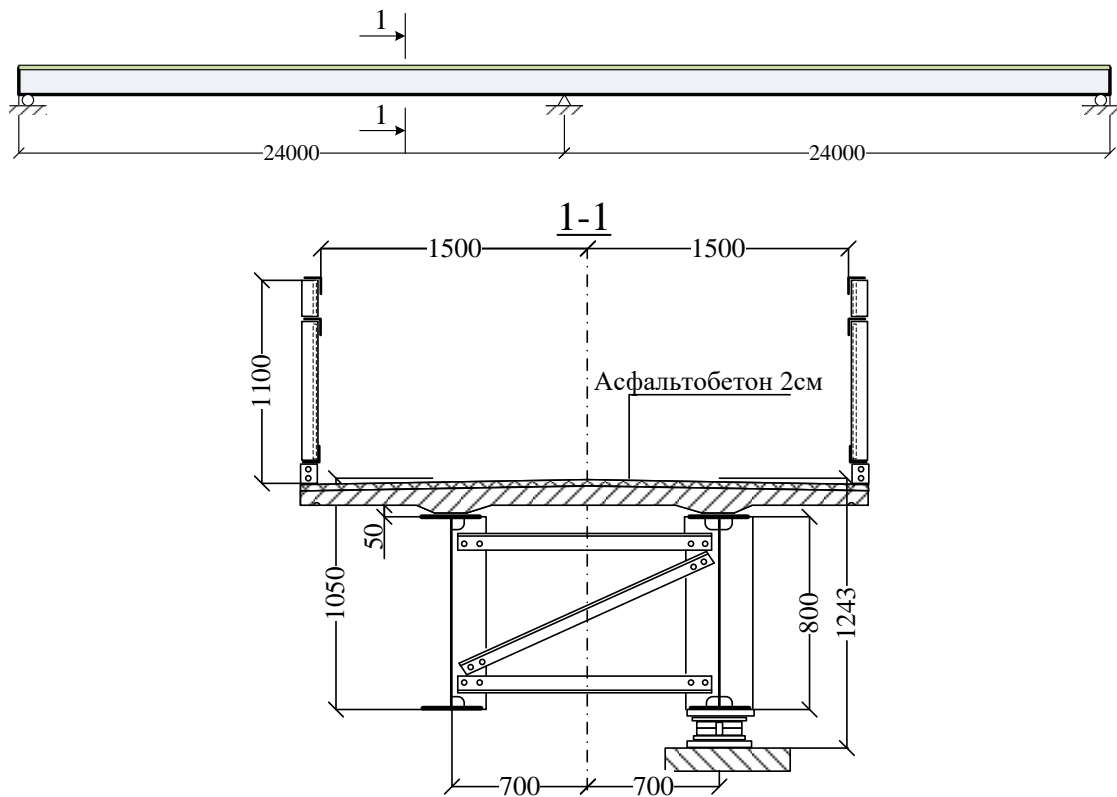


Рисунок 2 – Схема прогонової будови за типовим проектом

Основними характеристиками прогонової будови за типовим проектом є:

- довжина моста 2х24 м;
- Ширина моста 3 м;
- Будівельна висота в середині прольоту 1,05 м.

Витрата матеріалів на одну прогонову будову становить:

- металу на головні балки прогонової будови $t = 17,3$ т;
- перильне огороження $m = 3,0$ т;
- Опорні частини $m = 1,4$ т;
- Об'єм бетону залізобетонної плити $v = 17$ м³;
- Арматура плити $m = 3,7$ т.

При зведенні конструкції прогонової будови моста з однаковими перерізами елементів нижнього пояса з спарених куточків 160×12 мм,

верхнього пояса з спарених куточків 50×5 мм і розкосів, виконаних із квадратної труби перетином 100×4 мм, загальна витрата металу склала $m = 14,8$ т. Економія металу проти типовим проектом, у разі, близько 2,5 т, а залізобетону плити 2,6 м³.

Висновки

Виконаний аналіз показав, що просторова стрижнева конструкція прогонової будови пішохідного мосту, елементи верхнього пояса якого об'єднані із залізобетонною плитою з вкладишами з легкого, недорогого матеріалу, є найменш матеріаломісткою, а значить найбільш вигідною та ефективною, у порівнянні з балочним сталезалізобетонним пролітним відповідно до типового проекту.

Література:

1. Інженерні споруди у транспортному будівництві/[Саламахін П.М., Маковський Л.В., Попов В.І. та ін.]; за ред. П.М. Саламахін. - М.: Видавничий центр «Академія», 2007. - 272с.
2. Містки: Конструкції та надійність / [Лучко Й.Й., Коваль П.М., Лантух-Лященко О.І. та ін.]; за ред. В.В. Панасюка та Й.Й. Промінь. - Львів: Каменяр, 2005. - 989с.
3. Шмуклер В.С. Каркасні системи полегшеного типу/Шмуклер В.С., Клімов Ю.А., Бурак Н.П.; - Х.: Золоті сторінки, 2008. - 336 с.
4. Городецький А.С. Інформаційні технології розрахунку та проектування будівельних конструкцій: навчальний посібник / О.С. Городецький, В.С. Шмуклер, А.В. Бондарєв. - Х.: НТУ "ХПІ", 2003. - 889 с.
5. Типові конструкції, вироби та вузли будівель та споруд. Серія 3501.1-165. Пішохідні мости через залізниці. Випуск 1-3. Прогонові будови завдовжки від 24 до 36м. Металеві із залізобетонною плитою. Матеріали для проектування Робочі креслення. Міністерство транспортного будівництва СРСР Головтранспроєкт. Гіпротрансміст. Москва, 1992. - 84 с.