

## ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МЕТАЛЕВИХ МОСТІВ З РІЗНИМИ ТИПАМИ МОСТОВОГО ПОЛОТНА

Линник Г.О.

«УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

---

### Постановка проблеми

Роботу присвячено актуальному питанню проектування та експлуатації мостів – удосконаленню конструкції мостового полотна металевих залізничних мостів з наскрізними фермами. Металеві мости, запроєктовані свого часу під мостове полотно на дерев'яних поперечинах, зараз експлуатуються з мостовим полотном на безбаластних мостових плитах, які майже вдвічі важче дерев'яних брусів, що збільшує навантаження на прогонові будови.

### Аналіз існуючого стану та досліджень щодо вдосконалення мостового полотна

На залізницях України експлуатується близько 1500 металевих прогонових будов, значна частина яких – це прогонові будови з наскрізними фермами. Актуальною проблемою на сьогодні для цих прогонових будов є заміна мостового полотна на дерев'яних поперечинах на безбаластні мостові плити (БМП). Дерев'яні поперечини, на навантаження від яких розрахована абсолютна більшість прогонових будов, мають високу вартість і малий строк служби, тоді як плити БМП проектується як елемент прогонової будови зі строком служби до 50 років. У практиці експлуатації вони також довели свою надійність.

Безперечною перевагою подібного конструктивного рішення є збільшення поперечної жорсткості мостового полотна, що суттєво зменшує можливість виникнення тріщин втоми у поздовжніх балках, що доведено у роботах [1], [3]. На відміну від дерев'яних поперечин, які є концентраторами атмосферної вологи, а отже і корозії, плити БМП захищають верхній лист поздовжніх балок від атмосферних опадів, що суттєво збільшує строк експлуатації цих елементів [2].

Одним з головних недоліків цього типу мостового полотна є його значна вага. Мостове полотно на дерев'яних поперечинах майже вдвічі легше мостового полотна на плитах БМП (їхня вага відповідно рівна 12,7 кН/м та 22,6 кН/м колії). Збільшення постійних навантажень на поздовжні балки, в свою чергу, призводить до зменшення вантажопідйомності прогонових будов в цілому та поздовжніх балок зокрема. Особливо яскраво це помітно на прогонових будовах з невеликими прогонами, погонна вага яких відносно незначна.

### Визначення навантажень на поздовжні балки прогонових будов

Для визначення ступеня збільшення напружень у поздовжніх балках було проведено ряд розрахунків на прикладі поздовжніх балок довжиною 5,5 м прогонової будови з наскрізними фермами з їздою низом розрахунковим прогоном 55,0 м.

На першому етапі були визначені напруження у балці з мостовим полотном на дерев'яних поперечинах під тимчасовим навантаженням С14 з динамічним коефіцієнтом  $(1+\mu) = 1,5$  та  $\gamma_f = 1,3$  у відповідності з [4].

У результаті розрахунку було отримано максимальний згинальний момент та напруження у середині прогону поздовжньої балки, які відповідно становлять:

$$M_z = 1049 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\sigma_x = 236 \text{ МПа}.$$

Аналогічні розрахунки були проведені для цієї ж поздовжньої балки з мостовим полотном на плитах БМП. Величина тимчасового навантаження та положення перерізу балки прийняті такі ж, як і в попередньому випадку.

Результати розрахунку показано на рис. 1, 2.

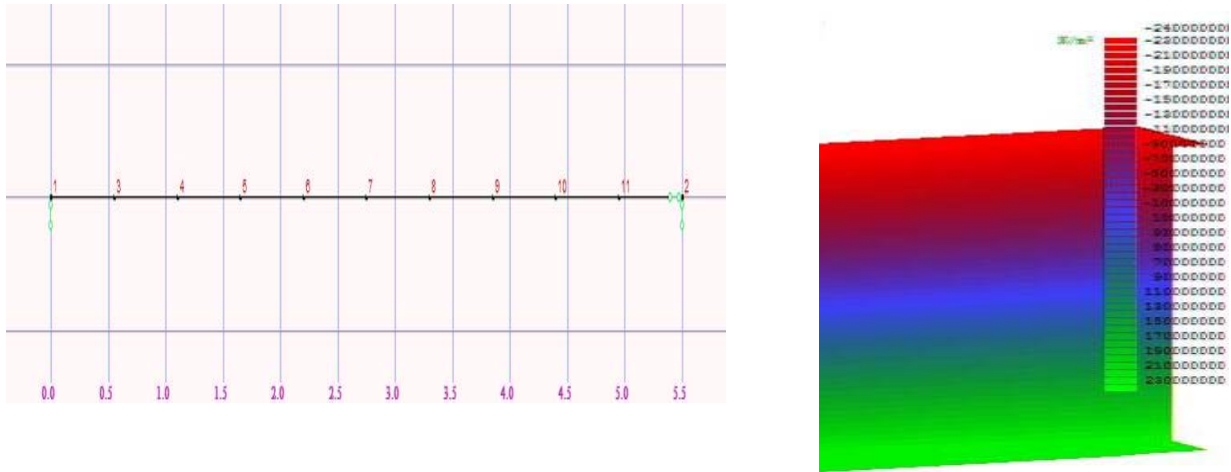
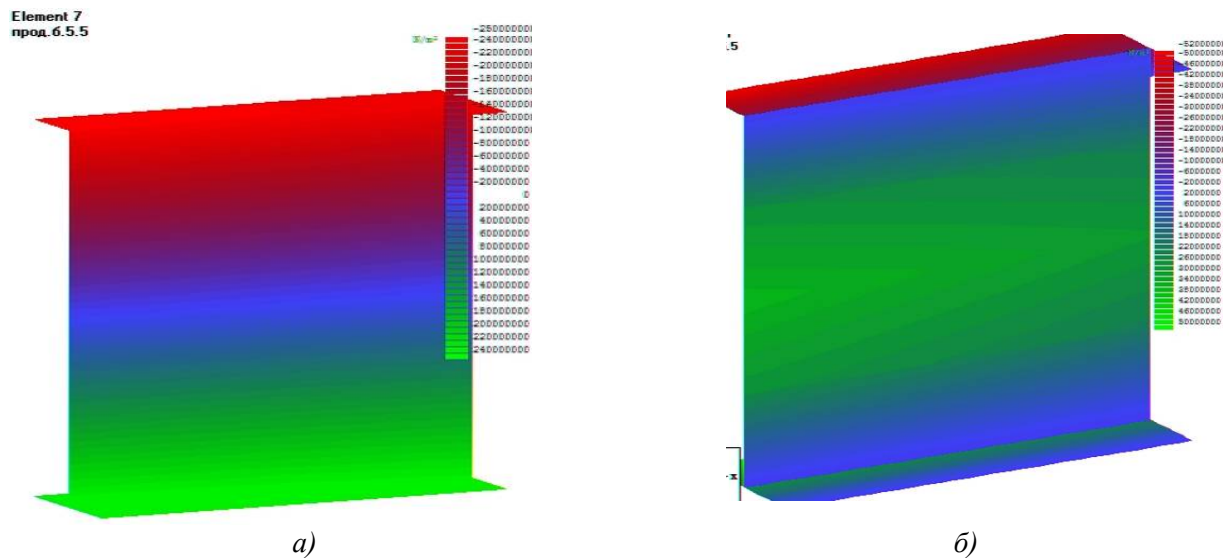


Рис. 1. Розрахункова схема балки та напружений стан середини поздовжньої балки з мостовим полотном на дерев'яному брусі



- а) – розподіл нормальних напружень
- б) – розподіл дотичних напружень

Рис. 2. Напружений стан середини поздовжньої балки з мостовим полотном на плитах БМП

Максимальний згинальний момент та нормальне напруження у середині прогону поздовжньої балки, що були розраховані, відповідно рівні:

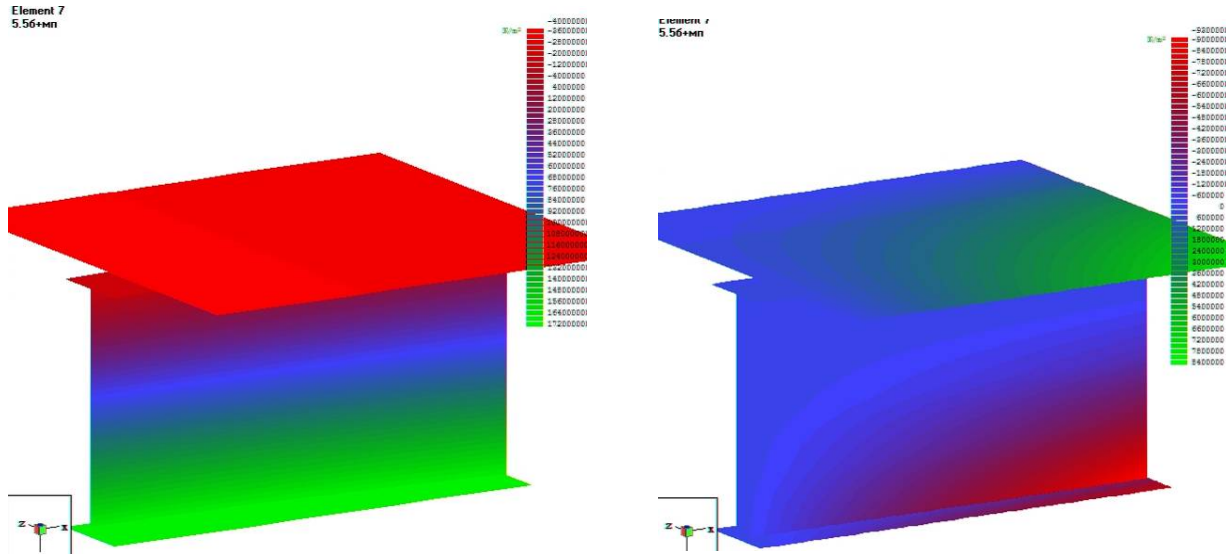
$$M_z = 1079 \text{ кН} \cdot \text{м} , ;$$

$$\sigma_x = 244 \text{ МПа} .$$

Максимальні дотичні напруження на опорі у цьому випадку становили  $\tau_{xy} = 53 \text{ МПа}$  .

Напруження у балці змінюється несуттєво при заміні мостового полотна, але в деяких випадках зменшення класу балок навіть на 1 одиницю може бути неприпустимим. В першу чергу це стосується прогонових будов, запроєктованих під навантаження Н-7, яке значно менше чинного нормативного навантаження С14.

У таких випадках корисним може виявитись об'єднання у спільну роботу поздовжніх балок та плит БМП, які б утворили сталезалізобетонну конструкцію. Були проведені розрахунки подібного перерізу сталезалізобетонної конструкції, результати яких показано на рис. 3.



*а – розподіл нормальних напружень*

*б – розподіл дотичних напружень*

*Рис. 3. Напружений стан середини поздовжньої балки з мостовим полотном на плитах БМП, включеними у спільну роботу з поздовжніми балками*

Максимальний згинальний момент залишився незмінним, а нормальне напруження у середині прогону поздовжньої балки за розрахунком виявилось меншим та рівним:

$$\sigma_x = 170 \text{ МПа} .$$

Максимальні дотичні напруження на опорі у цьому випадку склали  $\tau_{xy} = 45 \text{ МПа}$  .

Якщо порівняти ці результати з попереднім випадком, то можна констатувати, що напруження в нижньому поясі балки зменшилось на 30 %, а верхній пояс практично не сприймає нормальних напружень.

## Висновки

Об'єднання плити з поздовжніми балками дасть змогу максимально ефективно використати переваги обох елементів – металеві балки та залізобетонної плити. З аналізу поля розподілу

нормальних напружень в балці стає зрозумілим, що при забезпеченні подібного рішення залізобетонна плита буде знаходитись у стисненій зоні, де залізобетон працює найбільш ефективно, а практично весь переріз металевої поздовжньої балки – у розтягнутій (нейтральна вісь проходить по верхній полиці балки).

При реалізації подібного типу мостового полотна постає ряд проблем, які потрібно вирішити на шляху до практичного втілення даного рішення.

Перші наближені розрахунки показали неможливість повного об'єднання у спільну роботу існуючих плит БМП з поздовжніми балками за допомогою високоміцних шпильок – передбаченої кількості шпильок недостатньо для забезпечення подібного об'єднання. Ведуться роботи по створенню нової серії плит БМП.

Об'єднання плит і балок за допомогою високоміцних болтів не є максимально ефективним способом об'єднання сталезалізобетонних конструкцій, розробляються інші конструктивні рішення цієї задачі.

Для комплексного рішення задачі обов'язковим є удосконалення технології виконання робіт по вкладанню плит у зв'язку зі змінами конструкцій плит та конструкцій об'єднання плит з балками.

Тільки при забезпеченні комплексного рішення цих трьох задач можливе практичне впровадження даної технології в експлуатацію та будівництво мостів.

## **Література**

1. Загора О.Л., Линник Г.О. Причини виникнення тріщин втоми у зварних прогонових будовах // Мости і дороги. Київ, 2007. – С.174-178.
2. ЦП-0137. Інструкція з укладання та експлуатації безбаластного мостового полотна (БМП) на залізобетонних плитах. Київ, 2007.
3. Лучко Й.Й., Сулим Г.Т., Кир'ян В.І. Механіка руйнування мостових конструкцій та методи прогнозування їх залишкової довговічності // За ред. Й.Й. Лучка. – Львів: Каменярь, 2004. – (Нац. академія наук України. Фіз.-мех. ін-т ім. Г.В. Карпенка. Механіка руйнування та міцність матеріалів: Довідник. посібник. Том 6). – С 318-375.
4. ДБН В.2.3-14:2006 Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування.