

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ РУЙНІВНИХ ПРОЦЕСІВ В ПЕРЕДМОСТОВИХ СПОРУДАХ

Риндюк В.І., Сіянов О.І., Шаманський С.Й.  
Вінницький національний технічний університет

м. Вінниця, Україна

Романець Т.Ю.

ГПОЦ Укрзалізниця

м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Запропонована з метою зменшення хвильового руйнівного процесу модель побудови залізничної мостової і передмостової споруд з використанням просторової металеві конструкції автора Сорочан В.Л. [1].

**АННОТАЦИЯ:** Предложена с целью уменьшения волнового разрушительного процесса модель построения железнодорожного мостового и передмостового сооружения с использованием пространственной металлической конструкции автора Сорочан В.Л. [1].

**ABSTRACT:** It is offered, with the purpose of diminishment of waving destructive process, model of building of railway bridge and pre-bridge construction with the use of spatial metallic construction of the author Sorochan V.L. [1].

### ВСТУП

Залізниці завжди були армовані щебенем, на який монтувалась рейкова решітка. Тільки раніше швидкість потягів та їх вага були невеликими і щебенева підсилка слугувала десятки років. Коли ми перейшли на чотирьохосьові вагони з вагою більше 60 т та збільшили швидкість руху потягів, стало необхідним збільшити висоту щебеневої засипки до 0,45...0,5 м. Проте в ході експлуатації доріг щебенева засипка за рахунок динаміки насипу при русі потягів входила в ґрунтовий насип, її ефект знижувався. Крім цього в щебенева засипку потрапляла вода, вона

розріджувала ґрунт, і за рахунок динамічної хвилі потяга знижувал міжремонтні строки експлуатації залізниці. При переході на швидкість руху потягів більше 100 км/год їх експлуатація стала надзвичайно трудомісткою. При швидкості потягу більше 150 км/год в земельному насипі формується динамічна хвиля, яка зовсім змінює свою дію на ґрунт тому що відбувається явище затягування в ґрунт насипу щебеня, а при зволоженні насипу розріджує його та робить неможливою подальшу експлуатацію залізниці.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

В даній статті для боротьби з хвильовим руйнівним процесом пропонується варіант мостової споруди з використанням просторової металевій конструкції автора Сорочан В.Л. [1]. Споруда монтується на палях або бетонних подушках. Використання конструкції можливе не тільки в місцях розміщення мостів, а й в інших, де місцевість також заболочена.

Закріплення конструкції пропонується на прокладках, висоту яких з просіданням колії можна регулювати. Метою такої конструкції є зменшення опору проходження хвиль з баластного середовища через міст і водночас зменшення інтенсивності відбиття даних хвиль в баласт. Для цього одна-дві секції просторової конструкції безпосередньо пов'язують з обох сторін мосту з баластом і для ліквідації торцевого зміщення баласту ставлять вертикальні решітки з геотканиною, або без неї (рис. 1).

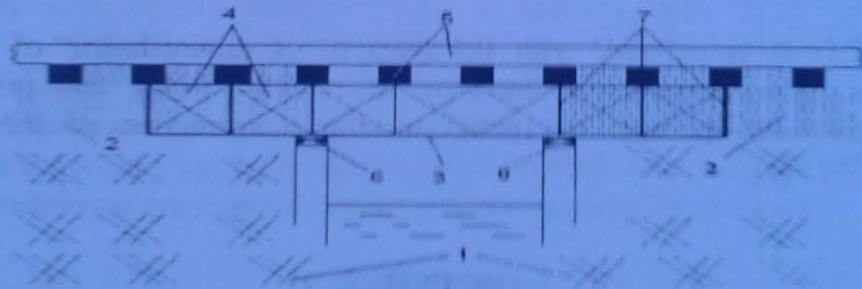


Рис. 1 Поздовжній розріз мостового переходу залізничної колії.

1. Залізний насип.
2. Баласт.
3. Просторова конструкція.
4. Частина просторової конструкції, поєднана з баластом.
5. Залізничне полотно на шпалах.
6. Прокладки з можливістю регулювання висоти.
7. Геосітка.



Середовище, в якому розповсюджуються хвилі, характеризується імпедансом для цих хвиль, або хвильовим опором. Зміна щільності ( $\rho$ ) середовища характеризує зміну характеристичного імпедансу  $\rho c$ , де  $c$  - швидкість розповсюдження хвилі.

Отже хвиля, яка переміщується по одному середовищу в точці контакту ( $x=0$ ) з іншим середовищем зустрічає скачок імпедансу (рис. 2). В цій точці частина падаючої хвилі відіб'ється, а інша пройде в область з імпедансом  $\rho_2 c_2$ .

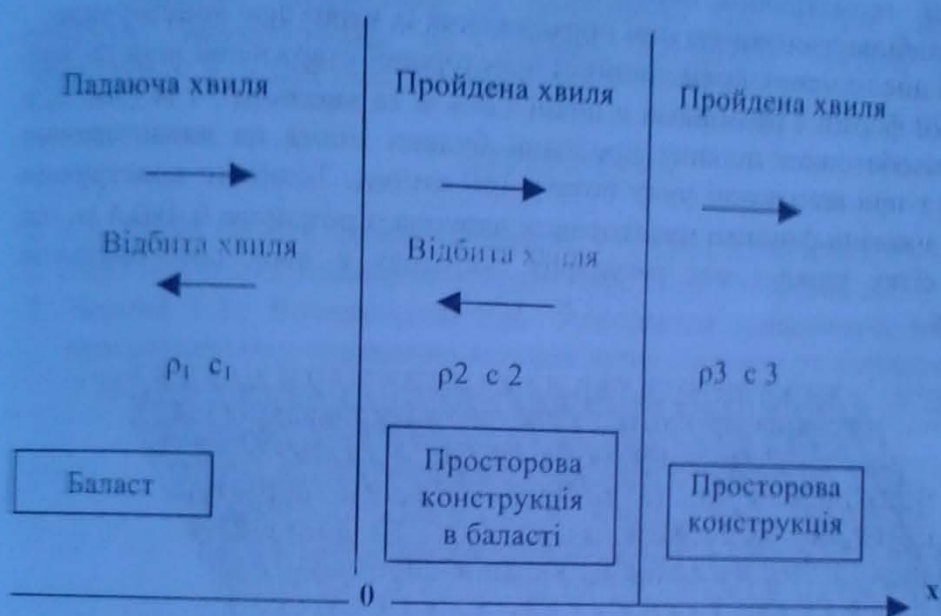


Рис.2. Схема хвильового процесу при вході на міст

Розглянемо граничні умови, які повинні виконуватись в точці скачка імпедансу  $x = 0$ . Згідно геометричної умови переміщення зліва і справа в околі точки повинне бути однаковим, тобто скачка зміщення немає.

Динамічна умова заключається в тому, що поперечна сила, яка діє на рейку і відповідно на основу в точці  $x = 0$  (місце контакту баласту з решіткою), повинна бути неперервна, тобто неперервна похідна зміщення по  $x$ .

Нехай імпеданс підрейкової основи баласту буде  $z_1 = \rho_1 c_1$ , а в самій просторовій конструкції мосту, яка не пов'язана з баластом -  $z_3 = \rho_3 c_3$ . Аналогічно з'єднанню між двома струнами третьою довжиною  $L$  з імпедансом  $z_2 = \rho_2 c_2$ , частина просторової конструкції до і після мосту пов'язана з баластом [2]. Тоді, якщо вибрати  $L = \lambda_2/4$ , то маємо:  $z_1/z_2 = z_2/z_3$ .

або  $z_2 = \sqrt{z_1 z_3}$ . Якщо  $\lambda_2 = 2\pi/k_2$ , то вся енергія хвилі з частотою  $\omega$  буде проходити без відбиття, де  $\lambda_2 = 2\pi/k_2 = \omega/c_2$ , де  $k_2$  - хвильове число.

Природа розповсюдження хвиль через просторову конструкцію автора Сорочан В.Л. [1] буде мати складний характер. Тобто, одна хвиля згідно геометрії конструкції безперешкодно пройде через міст в інше середовище баласту, а інша хвиля зустрине на своєму шляху перешкоду і частково відіб'ється в баласт, що пов'язаний з конструкцією, а частково передасть вплив цієї хвилі на саму конструкцію. З врахуванням спеціальної геометричної побудови металевої конструкції розсіювання хвиль буде збільшуватись по мірі проходження їх через всю конструкцію. Проведені дослідження прямолінійної просторової стержневої конструкції структурної форми з розмірами в плані  $12 \times 4$  м та висотою 1 м (рис.3) у складі залізобетонної ділянки пролітної будови моста на навантаження вагона 70 т при швидкості руху потягу 160 км/год. Технічно конструкція вирішена з новою формою просторових чарунок з розміром  $0,4 \times 0,4$  м, що моделює сітку шпал і має регулярну побудову в двох ортогональних напрямках.

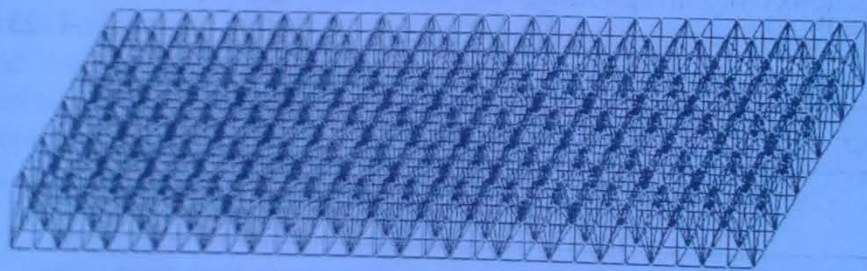


Рис. 3. Загальний аксонометричний вид просторової конструкції

Оскільки потяг рухається зі швидкістю 160 км/год, то згідно зі статтею [3], динамічне навантаження може бути замінено статичним з коефіцієнтом 9, тобто навантаження від вагона слід збільшити в 9 разів. Тут за навантаження прийнята площа одного вагона, оскільки його площа майже співпадає з площею просторової конструкції. Крім того при розрахунку враховується навантаження на вузол з площі  $1 \text{ м}^2$ . Від вагона, який має вагу 70 т і який рухається зі швидкістю 160 км/год, навантаження буде  $70 \times 9 = 630$  т. Площа вагона  $24 \times 2,5 = 60 \text{ м}^2$ . Тож на  $1 \text{ м}^2$  навантаження складе  $630/60 = 10,5$  т в центральній частині просторової конструкції. Його потрібно розподілити на кожний вузол, який входить в дану площу ( $1 \text{ м}^2$ ). Виходить дещо більше однієї тонни, а саме 1,17 т. Таке навантаження діє у всіх вузлах за винятком тих, що розташовані по контуру.



Аналіз процесу хвильового розсіювання в запропонованому варіанті конструкції планується опублікувати після детального дослідження відповідної математичної моделі.

## ВИСНОВКИ

Запропоновано методику використання прихованої стержневої конструкції в мостових та передмостових спорудах з метою зменшення хвильового руйнівного процесу.

Виконані розрахунки за допомогою ПК "ЛИРА" на можливі проектні навантаження на споруду. Отримані числові результати знаходяться в межах нині діючих норм.

## ЛІТЕРАТУРА

1. А.с. 58064 / В.Л. Сорочак (Україна). - Опубл. 15.02.2005.
2. Паін Г. Фізика колибаний и волн. - М.: Мир, 1988. - 386 с.
3. Черний Г.І., Ковальський Р.К. Урахування динамічних навантажень при розрахунку армованих насипів автомобільних та залізничних доріг. // Зб. наук. праць. - Шолтава: Полт НТУ, 2003. - Вип.12. - С.231-234.