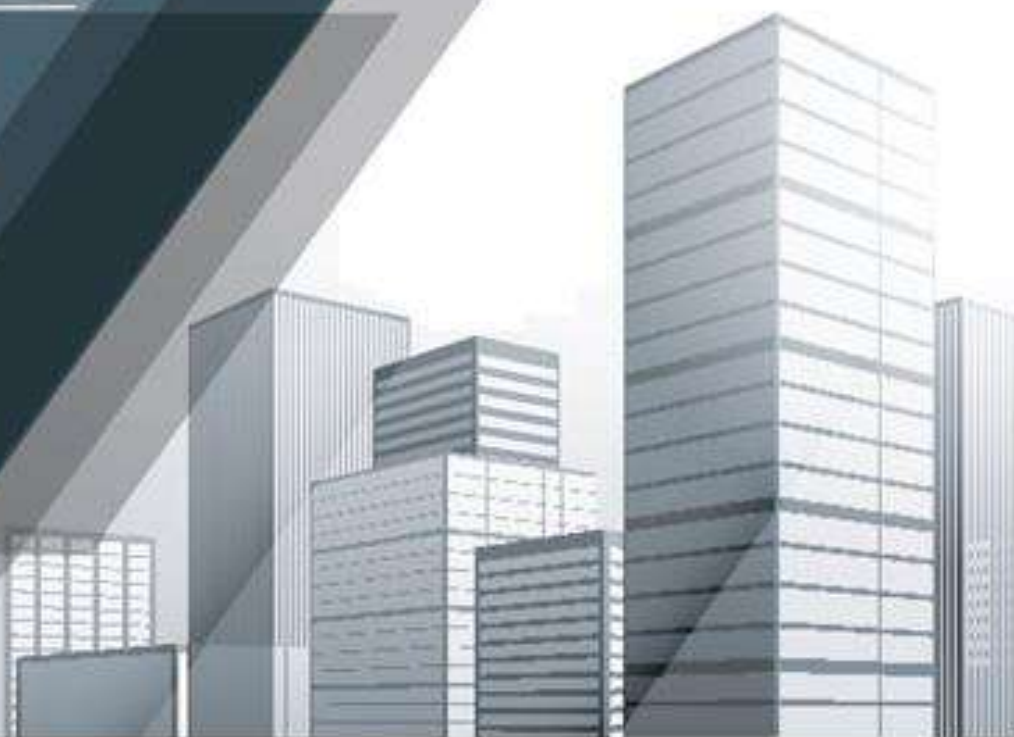


## **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**10-ї Міжнародної науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT**

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

**Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference**

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT  
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

**Харків 2024**

**Kharkiv 2024**

**10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.**

**Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.**

**10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.**

**The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.**

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

**АДАПТАЦІЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ СТАЛЕБЕТОННИХ  
ТА МЕТАЛОІН'ЄКЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
В НЕЛІНІЙНІЙ ПОСТАНОВЦІ**

**ADAPTATION OF THE CALCULATION MODEL OF STEEL-CONCRETE  
AND METAL-INJECTION STRUCTURES IN A NONLINEAR SETTING**

*д-р техн. наук А.А. Плуґін<sup>1</sup>, канд. екон. наук А.О. Безуглий<sup>2</sup>,  
аспірант Є.А. Проказа<sup>1</sup>, канд. техн. наук А.О. Цинка<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук Д.А. Фаст<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>2</sup>Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (м. Київ)

*Dr.Sc. (Tech.) A.A. Plugin<sup>1</sup>, PhD (Econ.) A.O. Bezuglyi<sup>2</sup>,  
postgraduate student Ye.A. Prokaza<sup>1</sup>, PhD (Tech.) A.O. Tsynka<sup>2</sup>,  
PhD (Tech.) D.A. Fast<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>2</sup>State enterprise "National Institute for Development Infrastructure" (Kyiv)

Штучні споуди на залізницях – мости, водопропускні труби, тунелі тощо є відповідальними об'єктами з дуже тривалими термінами експлуатації. Але впродовж експлуатації вони зазнають пошкоджень, внаслідок яких накопичується їх фізичний знос. Усунення цього зносу здійснюється шляхом відновлення втрачених експлуатаційних властивостей під час ремонтів споруд, які бажано виконувати без припинення експлуатації або з мінімально можливими термінами її призупинення. В УкрДУЗТ розроблені та успішно впроваджені нові конструктивно-технологічні рішення ремонту залізобетонних і кам'яних мостів і водопропускних труб, які дозволяють максимально зберігати існуючі конструкції, уникаючи тривалих капітальних робіт з їх заміни [1]. Ці рішення ґрунтуються на широкому застосуванні металоін'єкційних конструкцій – сорочок, обойм, які влаштовуються на пошкоджених елементах споруди шляхом улаштування сталевих оболонки на анкерах та ін'єктування в зазор між ними та пошкодженою конструкцією ремонтних композицій (рис. 1). Проте зазначені конструктивно-технологічні рішення передбачали відновлення вихідного перерізу конструкції цементною композицією, фізико-механічні характеристики якої не нижчі, ніж вихідного матеріалу конструкції. Для склепінчастих конструкцій несуча здатність сталевої оболонки не враховувалась і йшла в запас міцності навіть у разі розрахунку конструкції сучасним методом скінчених елементів. Причиною цього була складність верифікації результатів таких розрахунків.

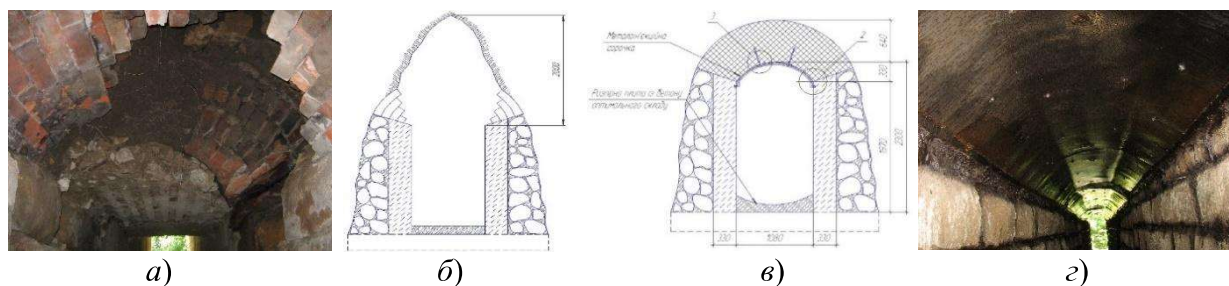


Рис. 1. Відновлення тримаючої здатності склепіння водопрпускнуї труби на ділянці Харків – Куп'янськ Південної залізниці за допомогою металоін'єкційної сорочки:  
*а, б* – наскрізний вивал у склепінні; *в, г* – конструкція та вигляд металоін'єкційної сорочки

Метою цього дослідження є адаптація скінчено-елементної моделі склепіння з металоін'єкційною сорочкою до реальної роботи цієї конструкції для коректного застосування під час проєктування. Завдання досліджень: пошук літературних джерел з експериментальними та розрахунковими даними щодо роботи аналогічних конструкцій; побудова скінчено-елементної моделі такої конструкції, розрахунковий експеримент та аналіз її напружено-деформованого стану; порівняння результатів аналізу з літературними експериментальними та розрахунковими даними.

У [2] було досліджено роботу сталобетонних арок з розрахунком їх напружено-деформованого стану методом скінчених різностей та верифікацією результатів розрахунків натурним експериментом (рис. 2). На рис. 3, а наведено діаграми радіальних переміщень арки, визначених розрахунком та експериментально. Із рис. 3, а видно, що результати розрахунків в цілому відповідають результатам випробувань навантаженням, причому розрахункові величини деформацій дещо перевищують експериментальні.

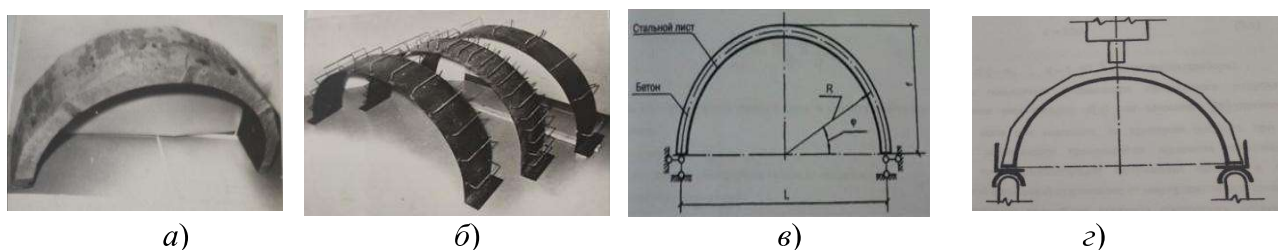


Рис. 2. Дослідження роботи сталобетонних арок [2]: *а* – натурна модель арки; *б* – сталеві листи арок з анкерними скобами з кроком 50, 100 і 150 мм; *в* – розрахункова схема; *г* – схема навантаження під час натурального експерименту

Для натурних моделей рис. 2 [2] за допомогою програмного комплексу ЛІРА-САПР побудовано скінчено-елементні моделі (рис. 3, б) та виконано розрахунки їх напружено-деформованого стану в нелінійні постановці під навантаженнями, наведеними на рис. 3, а. За результатами розрахунків побудовано діаграми радіальних переміщень в склепінні арки, наведені на рис. 3, б.

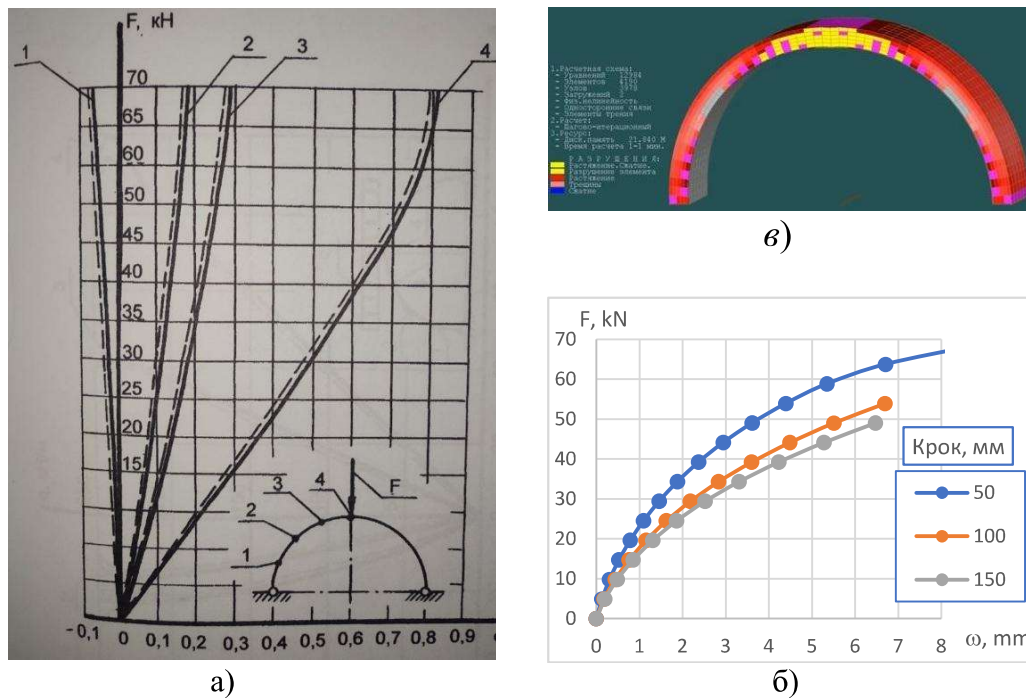


Рис. 3. Результати дослідження роботи сталобетонних арок: *a* – діаграми радіальних переміщень арки  $\omega$ , визначених розрахунком методом скінчених різностей (суцільна лінія) та експериментально (штрихова лінія) [2]; *б* – зони руйнування скінченоелементної моделі; *в* – діаграми радіальних переміщень в замку  $\omega$  скінченоелементної моделі арки з кроком анкерних петель 50, 100 і 150 мм

В табл. 1 наведено величини тримаючої здатності за міцністю моделей, отримані експериментально та розрахунками. Із табл.1 видно, що розрахунок методом скінчених різностей дає величини тримаючої здатності, що в середньому на 7,6 % перевищують отримані експериментально фактичні величини. Розрахунок методом скінчених елементів в нелінійній постановці дає величини тримаючої здатності, які в середньому менші на 17,5 % отриманих експериментально фактичних значень.

Таким чином, встановлено, що розрахунки методом скінчених елементів в нелінійній постановці металоін'єкційних конструкцій склепінь дають задовільну відповідність фактичним характеристикам напружено-деформованого стану. Отримані величини тримаючої здатності в середньому менші на 17,5 % фактичних значень, що необхідно враховувати під час проектування.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця тримаючої здатності моделей, отриманої експериментально та розрахунками

Крок анкерних петель моделі, мм	Тримаюча здатність (руйнівне навантаження) $P$ та відхилення від експериментального значення $\Delta$						
	Експериментальна величина $F$ , кН	Розрахункові величини, отримані методом					
		скінчених різностей				скінчених елементів	
		за граничною рівновагою		за напружено-деформованим станом			
$F$ , кН	$\Delta$ , %	$F$ , кН	$\Delta$ , %	$F$ , кН	$\Delta$ , %	$F$ , кН	$\Delta$ , %
50	70	72	+2,8	74	+7,0	69	-1,4
100	71	72	0	74	+4,1	54	-24,7
150	66	72	+7,4	74	+11,8	49	-26,4
Сер.			+3,4		+7,6		-17,5

[1] Плуґін А.А., Мірошніченко С.В., Калінін О.А., Никитинський А.В., Лютий В.А., Афанасьєв О.В. Нові конструктивно-технологічні рішення ремонту залізобетонних і кам'яних мостів і водопропускних труб: Досвід експлуатації після ремонту. Українська залізниця, 6 (60) (2018) 19–24.

[2] Молдавська Т.А. Напружено-деформований і граничний стан сталобетонних склепінь. Дис... к.т.н., 05.23.01, 1997, ХарДАЗТ, Харків.

УДК 691:624.07

## НОВИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО БЕЗБАЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЧНИХ МОСТІВ

### NEW COMPOSITE MATERIAL FOR REINFORCED CONCRETE BALLASTLESS BRIDGE DECK OF RAILWAY BRIDGES

*д-р техн. наук А.А. Плуґін<sup>1</sup>, канд. техн. наук Ю.Л. Тулей<sup>2</sup>,  
аспірантка Н.О. Муригіна<sup>1</sup>, канд. техн. наук О.А. Плуґін<sup>1</sup>,  
аспірант М.А. Муригін<sup>1</sup>, аспірант С.М. Мусієнко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>2</sup>АТ «Укрзалізниця»

*Dr. Sc. (Tech.) A.A. Plugin<sup>1</sup>, PhD (Tech.) Yu.L. Tulei<sup>2</sup>,  
postgraduate student N.O. Murygina<sup>1</sup>, PhD (Tech.) O.A. Pluhin<sup>1</sup>,  
postgraduate student M.A. Murygin<sup>1</sup>, postgraduate student S.M. Musienko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>2</sup>JSC "Ukrzaliznytsia"

На більшості металевих залізничних мостів підрейковою основою є залізобетонні плити безбаластного мостового полотна. Плити укладаються на подовжні металеві балки прогонових будов. Між ними для вирівнювання основи і рівномірного розподілу навантаження укладається гумодерев'яний