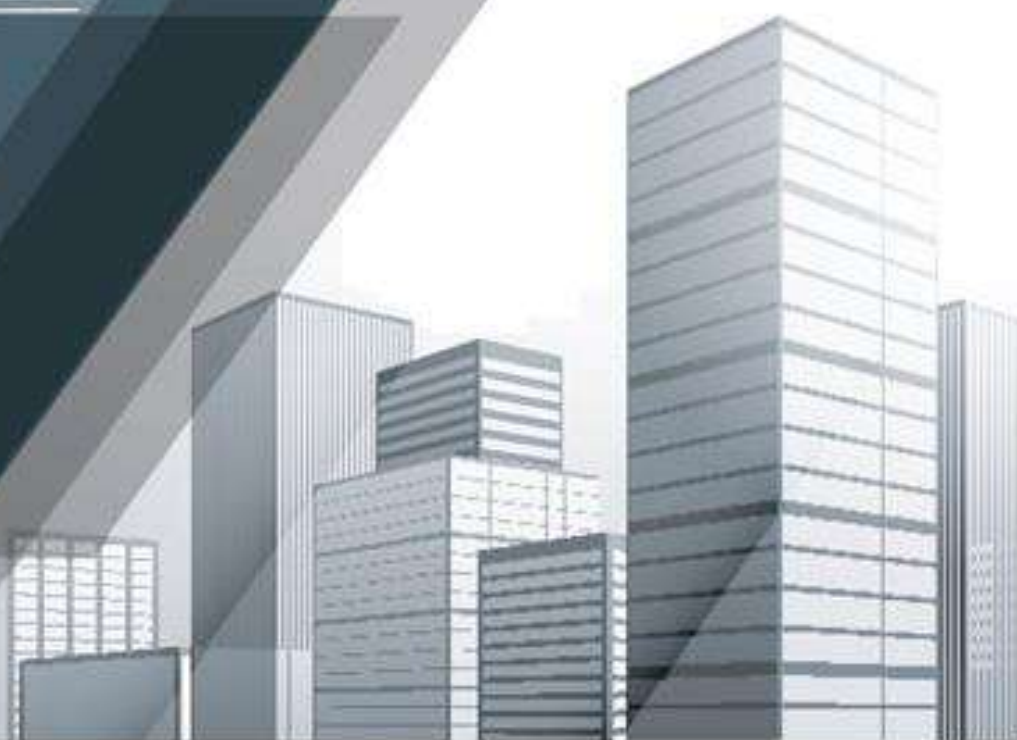


ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

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



20-22 листопада 2024 року, м. Харків

**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

колісної пари з однієї сторони до неробочої грані гребеню колісної пари з іншої сторони на 11 мм менше ніж відстань між робочою гранню рейки з однієї сторони до робочої грані контррейки з іншої сторони колії. Тобто, якщо гребінь одного колеса колісної пари щільно притискається до рейки (що постійно відбувається при вписуванні у криві ділянки колії), то з іншого боку гребінь колісної пари обов'язково буде неробочою гранню ударяти у відвід контррейки з подальшим динамічним направленням колісної пари у жолоб настилу переїзду, що призведе до погіршень плавності та безпеки руху. При збільшенні швидкості руху сила такого удару буде безумовно підвищуватись, а комфортабельність погіршуватися.

Висновок – для забезпечення комфортабельності їзди пасажирів та безпеки руху в межах залізничних переїздів необхідно обмежити максимально допустиму ширину колії, для руху поїздів з встановленими швидкостями або змінити мінімальний розмір жолоба в залізничному переїзді. Допустиму швидкість поїздів пропонується обмежувати за параметром втрати кінетичної енергії.

[1] Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом МТУ від 20.12.1996 №411, зареєстровані в МЮУ 25.02.1997 за №50/1854 зі змінами і доповненнями.

[2] Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів ЦП-0174, затверджена наказом МТЗУ від 26.01.2007 №54, зареєстрована в МЮУ 22.02.2007 за №162/13429 зі змінами і доповненнями.

УДК 624.07

**ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ БЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ, АРМОВАНИХ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОЮ
СТАЛЕВОЮ ТА КОМПОЗИТНОЮ АРМАТУРОЮ**

**COMPARATIVE STUDIES OF MODELS OF CONCRETE STRUCTURES
REINFORCED WITH PRE-TENSIONED STEEL AND COMPOSITE
REINFORCEMENT**

*д-р техн. наук А.А. Плугін¹, д-р техн. наук С.В. Панченко,
аспірант М.А. Муригін¹, д-р техн. наук Д.А. Плугін¹,
ст. викладач Е.Ф.о. Наджафов², кандидат техн. наук О.В. Лобяк¹*

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

²Азербайджанський університет архітектури та будівництва (м. Баку)

*A.A. Plugin¹, Dr.Sc. (Tech.), S.V. Panchenko, Dr.Sc. (Tech.),
M.A. Murygin¹, postgraduate student, D.A. Plugin¹, Dr.Sc. (Tech.),
E.F.o. Najafov², Senior Lecturer, O.V. Lobyak¹, PhD (Tech.)*

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

²Azerbaijan University of Architecture and Construction (Baku)

Найбільш розповсюдженим типом підрейкових основ на залізницях світу є залізобетонні шпали. Через значні динамічні навантаження для них висуваються високі вимоги до міцності та тріщиностійкості, тому їх

виробляють із бетону високих класів попередньо напруженими зі сталеву стержневою або дотяною арматурою. В найбільш сучасних технологіях [1, 2] застосовується гладка арматура, а її попереднє напруження передається на бетон не по всій її довжині, а через анкерні пластини, заглиблені в бетон на торцях шпали. Судячи з матеріалів [1, 2] попереднє напруження може здійснюватись не тільки на форму, а й на бетон, який набув певної початкової міцності. Для цього застосовується гладка арматура по 4 стержні на шпалу, натяг якої здійснюється гайковертами за допомогою гайок та нарізаної на кінцях стержнів різьби і передається на бетон через анкерні пластини, петлі на протилежному торці шпали тощо. Оскільки всі ці елементи розташовані у сформованих пустотоутворювачами технологічних заглибленнях в торцях шпал, кінці арматури захищають цементно-піщаним розчином товщиною декілька десятків мм, що мінімізує участь арматури в колах струмів витoku на електрифікованих залізницях, мінімізуючи у свою чергу втрату тягових струмів та електрокорозійні процеси.

На пострадянському просторі для шпал застосовується сталеву дотяну арматура (рис. 1, а), натяг якої здійснюється на форму і передається на бетон після досягнення ним передаточної міцності. Через це на торцях шпал залишаються допущені чинними нормами випуски арматури, що призводить до участі арматури в колах струмів витoku та, відповідно, втрат тягових струмів та електрокорозійних процесів. Оскільки перехід існуючих в країні підприємств на описану вище технологію зі стержневою арматурою є надто ресурсовитратним, для існуючої технології як варіант шпал з підвищеним електричним опором і електрокорозійною стійкістю в УкрДУЗТ розроблено конструктивно-технологічне рішення з композитною арматурою (базальтове волокно та епоксидний полімер, рис. 1, б) [3, 4].

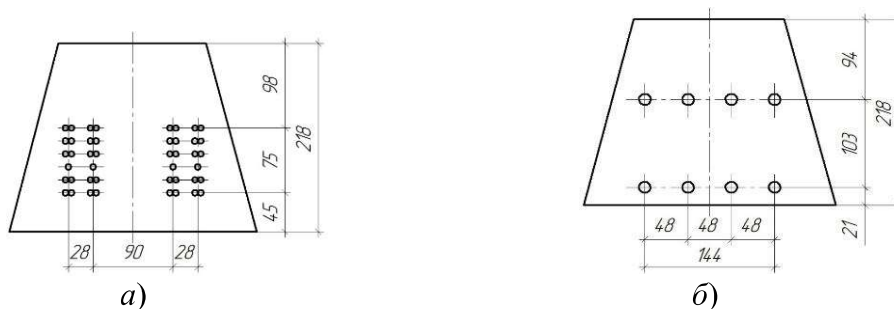
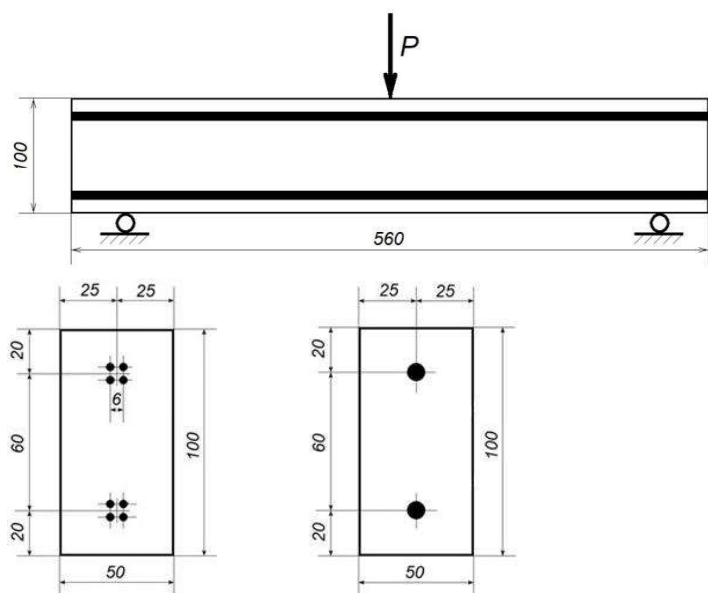


Рис. 1. Армуння в поперечному (підрейковому) перерізі шпали сталеву дотяною $44\varnothing 3$ мм (а) і композитною $8\varnothing 12$ мм (б) арматурою

Із застосуванням методу скінчених елементів та ПК ЛПРА виконано аналіз напружено-деформованого стану шпал зі сталеву дотяною та композитною арматурою [3]. Показано, що на напружено-деформований стан шпали в більшому ступені впливає величина попереднього натягу арматурного пакету, в меншому ступені – вид арматури. За сили натягу пакету 353 кН максимальні стискаючі напруження у зазначених шпалах однакові – 26 МПа. Проте з композитною арматурою погіршується тріщиностійкість шпали – максимальне розтягувальне напруження у її середньому перерізі 1,1 МПа на порядок

перевищує напруження у шпалі зі сталеву арматурою 0,12 МПа, хоча й не спричиняє утворення тріщин. Зниження вдвічі натягу пакету композитної арматури обумовлює збільшення максимального розтягувального напруження до 7,1 МПа, що перевищує границю міцності бетону на розтяг та спричиняє утворення тріщин у розтягнутій зоні середнього перерізу. Отже, зниження попереднього напруження композитної арматури не призведе до руйнування бетону в стиснутих зонах, проте обумовить роботу шпал із тріщинами. Оскільки тріщини в бетоні на відзнаку від сталеві арматури не спричиняють корозію композитної арматури, була припущена допустимість зниження рівня попереднього напруження композитної арматури для шпал.

Проте скінченоелементна модель шпалі достатньо складна і для композитної арматури не апробована. Тому для забезпечення достовірності результатів розрахунків за її допомогою нею необхідне експериментальне підтвердження. Для верифікації результатів розрахунків міцності, жорсткості та тріщиностійкості шпал з композитною арматурою проведено дослідження на моделях – бетонних балках, армованих двома пучками сталеву дроту або двома композитними стержнями, розташованими один – в розтягнутій зоні, другий – в стиснутій зоні (рис. 2). Для моделей було проведено розрахунок напружено-деформованого стану методом скінчених елементів та випробування навантаженням (рис. 2) з отриманням розрахункових та експериментальних залежностей «навантаження – деформація». Під час випробувань вимірювали також електричний опір моделей. Результати розрахунків та випробувань наведені на рис. 3.



a)



б)

Рис. 2. Схема моделі (*a*) та її випробування на гідравлічному пресі (*б*)

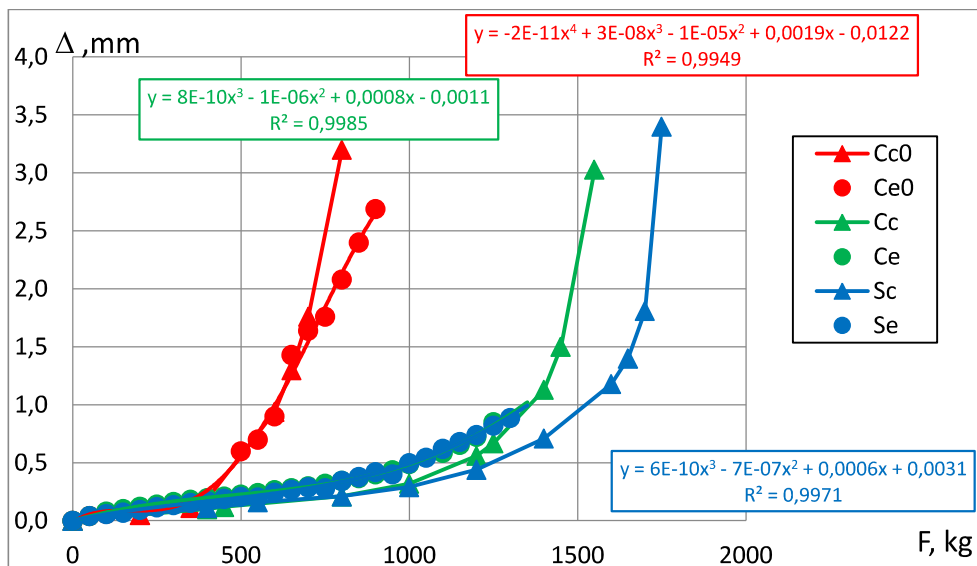


Рис. 3. Розрахункові (з індексами «с») та експериментальні (з індексами «е») залежності прогину Δ від навантаження F моделей: C_c^0 , C_e^0 – з композитною арматурою без натягу; C_c , C_e – з композитною арматурою, зусилля натягу пакета 23 кН (77,5 % від натягу сталевій арматури); S_c , S_e – зі сталевією арматурою, сила натягу пакета 29 кН

Із рис. 3 видно, що результати розрахунків та випробувань моделей з композитною арматурою добре збігаються – краще, ніж для сталевією дротяної арматури. Отже, застосовані методи розрахунку цих шпал і результати аналізу їх НДС можна вважати достовірними. В результаті цього аналізу показано, що заміна сталевією арматури композитною у попередньо напружених шпалах із бетону дозволить зменшити величину попереднього напруження, оптимізувати вимоги до ранньої міцності бетону, зменшити пошкоджуваність шпал в процесі експлуатації за рахунок зниження розтягувальних (у поперечному напрямку) напруг та запобігання корозії та електрокорозії арматури, підвищити електричний опір шпал.

[1] Salcef Group. Railway Sleepers. <https://www.salcef.com/solutions/railway-materials/railway-sleepers/>

[2] Leonhard Moll Betonwerke. Prestressed Concrete Sleepers. <https://www.moll-betonwerke.de/en/>

[3] Andrii Plugin, Olena Kaliuzhna, Oleksii Lobiak, Dmytro Plugin, El'shad Faih Ohly Nadzhafov, Markus Lagler. Regarding the replacement of steel reinforcement in prestressed concrete sleepers with composite rebars. AIP Conf. Proc. 3064, 060003 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0199575>

[4] A A Plugin, W Zhu, M A Murygin, D A Plugin and N O Murygina. New research methods of electro-corrosion processes in concrete structures. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1376 (2024) 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1376/1/012018>.