

MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES



**INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC
AND PRACTICAL INTERNET CONFERENCE FOR YOUNG
RESEARCHERS, APPLICANTS FOR HIGHER EDUCATION
AND SCIENTISTS 6-7 APRIL 2023**

KYIV 2023

**Proceedings of International multidisciplinary scientific and practical Internet conference for young researchers, applicants for higher education and scientists «MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES»
6-7 April 2023 Kyiv city, UKRAINE**

The conference is included in the plan of the Ministry of education and science of Ukraine for 2023 and is registered with the State Scientific Institution «Ukrainian Institute of Scientific and Technical Information (№ 16, January 16, 2023)»

ORGANIZERS

1. Ministry of Education and Science of Ukraine;
2. Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technologies, Ukraine;
3. Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine;
4. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine;
5. Academy of Applied Sciences, Ukraine;
6. University of Žilina, Slovak Republic;
7. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Technical Sciences, Poland;
8. Brno University of Technology, Institute of Automotive Engineering, Czech Republic;
9. Tafila Technical University, Jordan.

The collection of conference materials is a scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, candidates and Doctors of Science, scientists and practitioners from Ukraine, Europe and other countries. Articles contain researches of modern innovative processes in science. The collection is intended for approbation of scientific research by bachelors, masters, graduate students, doctoral students, teachers and scientific researchers, as well as to expand the scientific horizons of researchers from relevant fields of knowledge and inform a wide range of scientists and practitioners about the existing modern problems in various fields.

The materials are presented in the author's edition

**The conference was held by the Kyiv Institute of Railway Transport
of the State University of Infrastructure and Technology (Ukraine)**

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «СУЧАСНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»

6-7 квітня 2023 р., м.Київ

Конференція внесена до плану Міністерства освіти і науки України у 2023 році та зареєстрована в ДУ «Український інститут науково-технічної інформації» (УкрІНТЕІ) за № 16 від 16.01.2023р.

Сучасна наука: інновації та перспективи: Матеріали Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців 6-7 квітня 2023р. м. Київ, вид-во: Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №16 від 16.01.2023, 2023. 452 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри судових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на Міжнародну мультидисциплінарну науково-практичну інтернет-конференцію молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців, яка організована Київським інститутом залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та включена до плану Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання призначено для апробації наукових досліджень бакалаврів, магістрів, аспірантів, докторантів, викладачів та наукових співробітників, а також для розширення наукового кругозору дослідників з відповідних галузей знань, інформування широкого кола вчених та практиків щодо існуючих сучасних проблем у різних галузях та розвитку міжнародної співпраці.

© КІЗТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2023

Матеріали подано в авторській редакції

ЗМІСТ
TABLE OF CONTENTS

Секція 1: ІННОВАЦІЇ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ	
Section 1: INNOVATIONS IN THE TRANSPORT INDUSTRY AND TECHNOLOGIES.....	23
<i>Агарков О.В., Ковальчук В.В., Близнюк К.П.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОЛІЇ І РУХОМОГО СКЛАДУ USING MACHINE LEARNING METHODS TO STUDY THE INTERACTION OF TRACKS AND ROLLING STOCK.....	23
<i>Бойко В.Д., Молчанов В.М.</i> МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ СЛУЖБИ РЕЙОК ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ METHODOLOGY FOR FORECASTING RAIL SERVICE LIFE DEPENDING ON SERVICE CONDITIONS.....	25
<i>Буряк С.Ю., Гололобова О.О.</i> ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ОБСТАНОВКА НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT ON RAILWAY TRANSPORT.....	29
<i>Вільшанюк М.С., Михайлова Ю.В.</i> ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАУКОВИХ МЕТОДІВ ПРИ ОФОРМЛЕННІ КОНТЕЙНЕРІВ В ПОРТУ JUSTIFICATION OF THE USE OF SCIENTIFIC METHODS IN THE OF CLEARANCE CONTAINERS AT THE PORT.....	33
<i>Губаревич О.В.</i> МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ОБМОТОК АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕКТОРНОГО ПІДХОДУ ПАРКА METHOD FOR DIAGNOSTICS OF WINDINGS OF INDUCTION MOTORS WITH A SHORT-CIRCUITED ROTOR OF ELECTRIC DRIVES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES USING THE PARK'S VECTOR APPROACH.....	36
<i>Gulemba G., Semenova O., Gulemba O., Semenov S.</i> ANALISIS THE PROBLEMS OF INTEROPERABILITY RAILWAYS WITH DIFFERENT TRACK GAUGES	40
<i>Діжо Я., Блатницький М., Іщук В.В., Молнар Д.</i> ДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З ПОШКОДЖЕНИМ КОЛЕСОМ DYNAMIC RESPONSE OF RAIL VEHICLE RUNNING WITH A DAMAGED WHEEL.....	43

<i>Дорошенко О.Ю.</i>	
ВПЛИВ МОДИФІКАТОРІВ (ГУАНІДІНІВ) НА ПРОЦЕСИ ТВЕРДІННЯ І СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ THE INFLUENCE OF MODIFIERS (GUANIDINES) ON THE PROCESSES OF HARDENING AND STRUCTURING OF THE CONCRETE MIXTURE.....	47
<i>Zaripov R., Mukanov R., Sagadatov T., Datsko A., Sadykov A.</i>	
OVERVIEW AND SELECTION OF ENERGY SOURCES AND STORAGE DEVICES FOR ELECTRIC VEHICLES.....	51
<i>Зуб Є.П., Сапронова С.Ю.</i>	
СПРЯМОВУЮЧІ ЗУСИЛЛЯ В КОНТАКТІ КОЛЕСА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ І РЕЙКИ GUIDING EFFORTS IN CONTACT WAGON WHEELS AND RAILS...	55
<i>Іванов Р.В., Курган М.Б.</i>	
ІННОВАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ КРАЇН ЄС І УКРАЇНИ INNOVATIONS IN RAILWAY CROSSINGS IN EU AND UKRAINE...	58
<i>Кара С.В., Левицький М.О.</i>	
СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ РАМИ ВІЗКА ЕЛЕКТРОВОЗА СЕРІЇ ДСЗ CREATION OF A COMPUTATIONAL MODEL FOR THE BOGIE FRAME OF ELECTRIC LOCOMOTIVE DS3 SERIES.....	62
<i>Lomotko D., Ohar O., Lomotko M.</i>	
RESEARCH OF THE "GREEN" LOGISTICS TECHNOLOGIES IN TRANSPORTATION OF CARGO BY RAIL TRANSPORT.....	65
<i>Ломотко Д.В., Примаченко Г.О.</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT INDUSTRY BASED ON THE OPTIMIZATION OF MULTIMODAL CARGO TRANSPORT WITH THE PARTICIPATION OF RAIL TRANSPORT.....	69
<i>Лузан С.О., Бантковський В.А.</i>	
СТРУКТУРА І ТРИБОТЕХНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ СПЛАВУ ПГ-10Н-01, ЩО МІСТЯТЬ БОР STRUCTURE AND TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF DEPOSITED COMPOSITE COATINGS BASED ON ALLOY PG-10N-01 CONTAINING BORON.....	71
<i>Макуха Д.Ю., Михайлов Є.В.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ЛІФТІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ APPLICATION OF CONTAINER LIFTS TO IMPROVE CONTAINER TRANSPORTATION TECHNOLOGY.....	75

Малюк С.В., Погребняк Д.Ю.	
ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ EXPERIENCE OF USING TRAILER TRAINS IN UKRAINE AND WORLDWIDE.....	78
Мельник М.О., Незліна О.А.	
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ MATERIALS SCIENCE IN RAILWAY TRANSPORT.....	81
Неведров О.В., Горобченко О.М.	
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВОГО ПОШУКУ З АДАПТАЦІЄЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЛА НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ПОЇЗНИХ СИТУАЦІЙ USING THE METHOD OF RANDOM SEARCH WITH ADAPTATION TO DETERMINE THE CIRCLE OF THE MOST INFORMATIVE SIGNS OF TRAFFIC SITUATIONS.....	85
Пасічник А.М.	
НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНО- ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УКРАЇНІ DIRECTIONS OF MODERNIZATION AND DEVELOPMENT OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE IN UKRAINE....	88
Попович Д.Ю., Незліна О.А.	
ІННОВАЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ЗАЛІЗНИЦІ УКРАЇНИ INNOVATIONS AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN RAILWAYS OF UKRAINE.....	92
Поліщук О.С.	
СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КОЛІЇ. ІНДЕКСИ ЯКОСТІ КОЛІЇ ТА СПОСОБИ ЇХ ОБЧИСЛЕННЯ COMPREHENSIVE TRACK QUALITY ASSESSMENT SYSTEM. RAILWAY QUALITY INDICES AND METHODS OF THEIR CALCULATION.....	95
Потапов Д.О., Вітольберг В.Г., Малішевська А.С.	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ БЕЗСТИКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ НА ДІЛЯНКАХ З ПРУЖНИМИ ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF THE WELDED RAIL TRACK CONSTRUCTION ON SECTIONS WITH ELASTIC INTERMEDIATE RAIL FASTENERS.....	99
Романчук Б.О., Заїка Д.О.	
ДІАГНОСТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПОСЛІДОВНИМ ЗБУДЖЕННЯМ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ MATLAB SIMULINK R2022b DIAGNOSTICS OF THE PARAMETERS OF THE DIRECT CURRENT	

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ БЕЗСТИКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ НА ДІЛЯНКАХ З ПРУЖНИМИ ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ

Потапов Д.О. – к.т.н., доц., potapov_xiit@ukr.net

Вітольберг В.Г. – к.т.н., доц., vitolberg@kart.edu.ua

Малішевська А.С. – к.т.н., асистент, kttolik@gmail.com

Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF THE WELDED RAIL TRACK CONSTRUCTION ON SECTIONS WITH ELASTIC INTERMEDIATE RAIL FASTENERS

Potapov D. – PhD, Associate Professor, potapov@kart.edu.ua

Vitolberh V. – PhD, Associate Professor, vitolberg@kart.edu.ua

Malishevskaya A. – PhD, assistant, kttolik@gmail.com

Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

In the study, the rigidity of the elastic elements of the KPP-5 fastening was determined experimentally. The results of calculations on restoring the serviceability of the KPP-5 fasteners using repair gaskets PRP-3.2 with a thickness of 9 and PRP-3.2.1 with a thickness of 10 mm are given, and the approximate terms of replacing the under-rail gaskets for these areas are determined. Rational placement schemes of PRP-2.1, PRP-2.11 and PRP-3.2 types of gaskets of various modifications on the repair site depending on the coefficient of non-uniformity of the sub-rail base have been developed. The order of laying under-rail spacers and the length of transition sections are calculated

Keywords: *rail fastening, uneven elasticity, pressing force, welded rail track*

Актуальність теми. Однією з основних задач при експлуатації безстикової конструкції колії є забезпечення стабільного проектного положення рейкових плітей, в тому числі за рахунок забезпечення нормативного зусилля притискання рейки до шпали у вузлі проміжного скріплення. Цей показник згідно [1] напряму впливає як на надійність роботи всій конструкції залізничної колії, так і на безпеку руху у розрахунковому інтервалі швидкостей.

Виходячи з конструктивних особливостей сучасних типів пружних проміжних рейкових скріплень, відновлення сили притискання не є можливим за рахунок періодичного підтягування гайок клемних або закладних болтів, як це реалізовано на ділянках з основним, на даний час в нашій країні, проміжним скріпленням типу КБ-65. З іншого боку, протяжність ділянок з пружними проміжними рейковими скріпленнями як вітчизняного (КПП-5), так і закордонного виробництва постійно збільшується. Все це свідчить про актуальність теми представленого дослідження.

В загальному випадку зменшення сил притискання підшви рейки до шпали виникає внаслідок остаточних деформацій у вузлі скріплення, зносу підрейкових прокладок (ПРП 2.1, ПРП 2.11), зносу отворів в анкерах та остаточних деформацій пружних клем. Крім того, зміни жорсткості підрейкових прокладок в процесі експлуатації призводять до виникнення просторової нерівножорсткості вузлів скріплення КПП-5, що може привести до значного зростання сил взаємодії колії та рухомого складу та, як наслідок, підвищить імовірність появи несправностей. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми може бути укладання ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 та ПРП-3.2.1 товщиною 9 та 10 мм за умови забезпечення не тільки нормативної сили притиснення, але й мінімізації сил взаємодії колії та рухомого складу.

Тому **метою дослідження** є визначення раціональних сфер застосування підрейкових ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 та ПРП-3.2.1 (А90 та А95) та порядку їх розкладки по довжині ремонтної ділянки для забезпечення рівнопружності підрейкової основи.

Для досягнення поставленої мети виконано аналіз формування просторових жорсткостей рейкових опор та вузлів скріплень КПП-5, який показав, що ці параметри визначаються жорсткістю пружинних клем, жорсткістю підрейкових прокладок при стиску при статичному та динамічному навантаженні, жорсткістю ізолюючого вкладиша при зсуві рейки та жорсткостями підрейкових прокладок при їхньому зсуві в поперечному й поздовжньому напрямках. Подальші випробування в лабораторних умовах дозволили встановити значення статичної та динамічної жорсткостей прокладок різних типів при стисканні. При проведенні лабораторних випробувань прокладок скріплень КПП-5 на стиск не зафіксовано зміну динамічної жорсткості при збільшенні частоти дії навантажень у діапазонах від 1 до 11 Гц.

Виходячи з [2, 3, 4] було досліджено збільшення жорсткості прокладок ПРП 2.1 та ПРП 2.11 в процесі експлуатації внаслідок процесу старіння матеріалу, що дозволило отримати кількісні показники цієї характеристики при стисканні та зсуві в поперечному напрямку.

Отримані аналітичні залежності дали змогу провести розрахунки по визначенню термінів відновлення сили притиснення. Розрахунки проводились в діапазоні вантажонапруженості від 15 до 60 млн.т.км/км.рік з шагом 15. Орієнтовні терміни відновлення сили притиснення у вузлі скріплення становлять від 220 до 550 млн.т. пропущеного тоннажу.

Подальші дослідження проводились чисельними методами за допомогою розробленої на кафедрі «Колія та колійне господарство» УкрДУЗТ у 2007-2013 роках та реалізованої в програмному середовищі «Mathcad» математичної

моделі динамічної системи «екіпаж-колія» [5], в основу якої була покладена просторова розрахункова схема колії у вигляді балок, що спираються на пружно-дисипативні опори з нелінійним характеристиками. При проведенні розрахунків розглядалися варіанти при відновленні діляниць, на яких експлуатувались прокладки ПРП 2.1 та ПРП 2.11. В якості прокладок, які укладаються при відновленні були розглянуті всі можливі варіанти прокладок ПРП 3.2 товщиною 9мм та ПРП 3.2.1 товщиною 10мм.

Встановлено, що допустимою є нерівнопружність опор коефіцієнт якої не перевищує 0,05, тобто варіанти з таким та меншим коефіцієнтом нерівнопружності не потребують створення перехідних діляниць. Також, на нашу думку, є неприпустимими такі варіанти відновлення працездатності вузла скріплення при яких коефіцієнт нерівнопружності підрейкової основи перевищує значення 0,25. Виходячи з цього вони були виключені із подальших розрахунків. Інші варіанти в залежності від значень коефіцієнту нерівнопружності були розподілені на чотири групи в залежності від значень цього коефіцієнту. Таких варіантів було прийнято 4:

- 1 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах $>0.05 \div 0.09$;
- 2 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах $\geq 0.10 \div 0.13$;
- 3 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в межах $\geq 0.14 \div 0.16$;
- 4 варіант – коефіцієнт нерівнопружності в більше 0.16.

Для цих варіантів з використанням програмного комплексу динамічної системи «екіпаж-колія» розраховані схеми розкладання прокладок та довжина перехідних діляниць до ділянки відновлення табл. 1. Головний критерій, який був покладений в основу розрахунків, це не перевищення змін жорсткості підрейкової основи, при якій коефіцієнт нерівнопружності складає 0,03. При таких значеннях додаткові динамічні сили на перехідних діляницях не будуть перевищувати 4% від статичних значень колісних навантажень.

Таблиця 1 – Схеми улаштування перехідних ділянок

№ Варіанту	Схеми улаштування перехідних ділянок
1	<div style="text-align: center;"> <p>Перехідна ділянка</p> <p>Ділянка нових прокладок</p> <p>10 шпал з укладанням через одну нова та стара прокладки</p> </div>

2	<p>5 шпал з укладанням дві старі та одна нова прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням через одну нова та стара прокладки</p> <p>10 шпал з укладанням дві нові та одна стара прокладки</p>	Ділянка нових прокладок
3	<p>5 шпал з укладанням дві старі та одна нова прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням через одну нова та стара прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням дві нові та одна стара прокладки</p> <p>10 шпал з укладанням три нові та одна стара прокладки</p>	Ділянка нових прокладок
4	<p>5 шпал з укладанням три старі та одна нова прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням дві старі та одна нова прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням через одну нова та стара прокладки</p> <p>5 шпал з укладанням дві нові та одна стара прокладки</p> <p>10 шпал з укладанням три нові та одна стара прокладки</p>	Ділянка нових прокладок

Загальні висновки. 1. Експериментально визначено жорсткості пружних елементів скріплення КПП-5, які є складовими просторових жорсткостей вузла скріплення в цілому, в тому числі ремонтних прокладок типу ПРП-3.2 різних модифікацій.

2. Виконані розрахунки відновлення працездатності вузлів скріплень КПП-5 за допомогою ремонтних прокладок 3.2 товщиною 9 та ПРП 3.2.1 товщиною 10 мм для ділянок з вантажонапруженістю 15, 30, 45, 60 млн.т.км/км. рік. Визначені орієнтовні терміни заміни підрейкових прокладок для цих ділянок.

3. Розроблено раціональні схеми розміщення прокладок типів ПРП-2.1, ПРП-2.11 та ПРП-3.2 різних модифікацій на ділянці ремонту залежно від коефіцієнту нерівнопружності підрейкової основи. Розраховано порядок укладання підрейкових прокладок та довжину перехідних дільниць.

Л і т е р а т у р а

1. Даніленко Е.І., Карпов М.Г., Костюк М.Д. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України. К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2013. 146 с.

2. Говоруха В.В. Механика деформирования и разрушения упругих элементов промежуточных рельсовых скреплений: монография. Днепропетровск: Лира-ЛТД, 2005. 388 с.

3. Дырда В.И., Мазнецова А.В., Твердохлеб Т.Е. Расчет силовых резинотехнических изделий, используемых в горном машиностроении. М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1991. 64 с.

4. Дырда В.И., Чижик Е.Ф. Резиновые детали в машиностроении. Днепропетровск: Полиграфист, 2000. 584 с.

5. Даренський О.М. Наукові основи підвищення ресурсів роботи промислового транспорту на основі прогнозування стану системи «екіпаж-рейкова колія»: дисертація на здобуття вченої степені д.т.н., УкрДАЗТ. 2012.