

Український державний університет залізничного транспорту

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Новіков Вадим Володимирович

УДК 625.031.32:625.17

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ СТРОКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕЙОК В КРИВИХ ДІЛЯНКАХ КОЛІЇ ЗІ СКРІПЛЕННЯМИ РОЗДІЛЬНОГО ТИПУ

05.22.06 – Залізнична колія

27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



В.В. Новіков

Науковий керівник:

Скорик Олексій Олексійович

кандидат технічних наук,

доцент

Харків – 2021 р.

АНОТАЦІЯ

Новіков В.В. Підвищення строку експлуатації рейок в кривих ділянках колії зі скріпленнями роздільного типу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – Залізнична колія (27-Транспорт). – Український державний університет залізничного транспорту, Харків.

Представлена робота присвячена вирішенню науково-технічної проблеми підвищення ресурсу роботи рейок безстикової колії з залізобетонною підрейковою основою та проміжними рейковими скріпленнями типів КБ-65, та СКД-65 в умовах експлуатації залізничних колій в кривих з радіусами 450 м та менше за рахунок встановлення науково обґрунтованої норми максимальної безпечної ширини рейкової колії. Актуальність теми дисертаційної роботи визначена високими фактичними значеннями інтенсивності бічного зносу рейок у безстиковій колії з залізобетонною підрейковою основою у кривих ділянках радіусом менше 450 м та скороченням через зменшення дозволеного «коридору» ширини рейкової колії (з 25 мм у прямих ділянках та кривих радіусом до 450 м, з 1520 мм до 1545 мм до 10 мм у кривих радіусом менше 450 м з 1535 мм до 1545 мм – максимальної ширини колії при якій можна рухатись рухомому складу зі встановленими швидкостями руху), через зростання у 2,5 рази кількості переукладань рейкових плітей, які ще не напрацювали допустиму величину бічного зносу головки рейки 15-18 мм, та видаляються достроково, що в умовах економічного ускладнення залізниць України вкрай недоцільно через те, що саме рейки є найдорожчим конструктивним елементом колії і повинні вичерпувати весь нормативний ресурс, закладений в нормативах їх використання. Крім того, існуюча та діюча в нормативних документах норма максимальної небезпечної ширини рейкової колії (1548 мм) не враховує ні матеріал підрейкової основи, ні пружні параметри проміжних рейкових скріплень, ні створені та введені в експлуатацію нові ремонтні профілі коліс рухомого складу, ні експлуатаційні фактори впливу на фізичний стан проміжних рейкових скріплень, ні вплив режимів гальмування локомотивних гальм на температурні деформації бандажів,

ні існуючи допуски на їх виготовлення, та впроваджена без урахування фізичних процесів розпору колії, але вважалась такою, що відповідає усім вимогам експлуатаційних умов, не зважаючи на перелічені недоліки.

Зміст дисертації. У **вступі** послідовно обґрунтована актуальність теми, її значимість у сучасних умовах впровадження нових конструкцій колії та рухомого складу через використання нових ремонтних профілів колес та досліджених факторів впливу на об'єкт та предмет досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, тематикою, розглянуто наукову новизну, практичну значимість отриманих результатів, особистий вклад здобувача, апробація результатів дисертації та публікації автора.

У **першому розділі** роботи досліджено історичні етапи процесів формування сучасного профілю поверхні кочення коліс рухомого складу та основні принципи визначення максимального значення небезпечної ширини рейкової колії, яке мало нормативний статус у правилах технічної експлуатації залізничної колії та проаналізовано результати наукових досліджень провідних вчених в галузі визначення цієї важливої норми утримання сучасної конструкції – безстикової колії з залізобетонною підрейковою основою та з сучасними проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу. На підставі аналізу багатьох наукових досліджень, не прив'язаних ні до колісних навантажень, ні до параметрів, що визначають рівень бічного впливу рухомого складу зроблено висновок, що практично не можливо спрогнозувати та визначити будь-який достовірний алгоритм вирішення задачі з визначення значення максимальної безпечної ширини рейкової колії, яку необхідно встановити або призначити з урахуванням усіх відомих факторів впливу, та виходячи з цього мати визначений науковий підхід до визначення подібних задач при впровадженні більш прогресивних пружних конструкціях проміжних рейкових скріплень в безстиковій колії з залізобетонною або полімерною основою в умовах застосування нових ремонтних та експлуатаційних профілів коліс рухомого складу з метою покращення умов взаємодії рухомого складу з залізничною колією. Проаналізовано сучасні підходи до визначення значення норми

небезпечної ширини рейкової колії та зроблено висновок про помилковість та алогічність використання плюсового допуску як додатка до небезпечного значення максимальної ширини колії, визначеного як критично максимальну величину при початку розпору колії. На підставі аналізу багатьох наукових досліджень встановлено, що при експлуатації проміжних скріплень роздільного типу не враховується їх фактичний стан, залежний від пропущеного по колії вантажопотоку (тоннажу), від якого в значній мірі залежать величини бічного відтиснення головки рейки та розширення колії під дією вертикальних та бічних сил. На підставі виконаного аналізу причин порушень безпеки руху в поїзній та маневровій роботі, допущених у колійному господарстві залізниць України, що пов'язані з розширенням колії, зроблено висновки, що головною причиною порушення безпеки є розширення колії та при наявності досконалих засобів контролю ширини рейкової колії неможливо попереджувати ці події профілактично без урахування експлуатаційних характеристик ділянок колії, де обертаються різноманітні локомотиви та одно типовий рухомий склад вагонного парку, саме конструкційні особливості рухомого складу та напрацювання перевезеного по колії тоннажу. На підставі аналізу теоретичних та експериментальних досліджень провідних вчених визначено фактори впливу на небезпечний максимальний розмір ширини колії зроблено висновок, що не можна регламентувати максимальну небезпечну ширину рейкової колії, як єдину постійну величину для усіх ділянок залізничної колії, незмінну в часі, тому що вона різна не тільки для різних типів екіпажів але й для різних умов руху. На підставі виконаних автором експериментальних досліджень вперше визначено величини горизонтальних люфтів в конструкції проміжного рейкового скріплення типу КБ зроблено висновок, що в розрахунках небезпечного значення ширини рейкової колії необхідно враховувати як вид рейкового скріплення, так і максимальні вірогідні значення сумарних люфтів з урахуванням їх розподілу вздовж рейкової колії.

У другому розділі дисертації викладено методику та результати експериментальних досліджень впливу вертикальних та бічних сил від коліс рухомого складу на бічні відтиснення головки рейки на залізобетонній

підрейковій основі, якою передбачено попереднє дослідження фактичного стану проміжних рейкових скріплень типу КБ-65, які вони мають перед наступним черговим плановим суцільним підкріпленням прикріплювачів в залежності від вантажонапруженості безстикової колії, що дозволило згрупувати вимоги до монтажних зусиль притиснення клемних та закладних болтів на дві групи по вантажонапруженості ділянок – до 40 млн.т.брутто/км.рік та більше 40млн.т.брутто/км.рік. Це було досягнуто при застосуванні результатів експериментальних досліджень у діючій колії з використанням динамометричного ключа конструкції НТКБ ЦП ЦНДІ МШС СРСР у 80-х роках минулого століття, та після обґрунтування функціональної залежності зусилля у болтах проміжних рейкових скріпленнях від крутильного моменту, докладеного за допомогою динамометричного ключа до гайок цих болтів. По розробленій та приведеній автором методиці експериментальних вимірювань пружних бічних відтиснень головки рейки рейкової нитки при одночасній дії вертикального та горизонтального навантажень виконані оригінальні дослідження, результати яких дозволяють аналітично розраховувати для колії зі скріпленнями типів КБ-65 та СКД-65 реальні бічні відтиснення при будь-яких значеннях вертикальних та бічних сил, які отримані для найгірших умов притиснення рейкової пліти до шпал, які визначені для двох діапазонів вантажонапруженості залізничної колії в межах реальних значень, та які виникають перед виконанням чергового планового підкріплення усіх болтів проміжних рейкових скріплень згідно вимог інструкції ЦП-0266(ЦП-0081).

В існуючій науково-технічній літературі відсутні дані про величину горизонтальних люфтів в конструкціях проміжних скріплень типу КБ-65. Для дослідження статистичних характеристик розподілу випадкової величини $\overline{\varepsilon}_l$ були виконані експериментальні вимірювання на виробничій базі КМС-39. Для дослідження були використані рейкові ланки, зняті з колії при напрацюванні міжремонтного тоннажу під час модернізації колії. Методикою досліджень передбачено вимірювання величини горизонтальних люфтів по обом рейковим ниткам рейкових ланок, що були в експлуатації у кривих ділянках колії, завдяки

застосуванню гідравлічного домкрата з зусиллям до 50 кН.

У **третьому розділі** наведено методику та результати дослідження умов розпору колії з проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу та його впливу на визначення небезпечної ширини рейкової колії для найбільш небезпечних ремонтних профілів коліс сучасного рухомого складу залізниць України, які мають порівняно з типовими профілями більші кути нахилу поверхонь кочення до горизонту, менші значення товщини гребнів та менші відстані від зовнішньої площини колеса до перетину, де змінюється конічність поверхні кочення, а тому є більш небезпечними при розгляданні процесу розпору колії, який не розглядався ні теоретично ні експериментально та не має наукового обґрунтування в сучасній науковій літературі. Отримані результати розрахунків максимальної небезпечної ширини рейкової колії для ділянок руху рухомого складу для умов застосування службового або екстреного гальмування та окремо для умов руху до застосування службового або екстреного гальмування та окремо приведено сумарні величини пружних розширювань колії за рахунок відтиснень головок рейок під впливом бічної сили одночасно з силами розпору.

В **четвертому розділі** наведено методику та результати техніко-економічної оцінки використання нових норм безпечної ширини рейкової колії з проміжними рейковими скріпленнями типу КБ-65 в безстиківій колії на залізобетонних шпалах на залізницях України. В розрахунках автором розглянуто вплив можливості додаткового використання ресурсу найбільш коштовного елемента колії – рейок, відповідно до встановлених норм служби рейок, які існуюча норма небезпечної ширини рейкової колії не дозволяє використовувати через необґрунтовані обмеження. Розрахунками визначено економію матеріалу –старопридатних рейок та соціальний ефект від скорочення небезпечних умов праці при виконанні робіт з не закріпленими рейковими плітями в умовах не прогнозованої зміни температури старопридатних, але не пройшовших реновацію рейкових плітей, які перекладають зі зміною робочого канту. Для умов Південної залізниці при середньому річному обсязі заміни рейкових плітей-13 км, річна економія коштів, якщо порівняти з укладанням у

колію нових рейок, з урахуванням того, що остаточна вартість старопродатної рейки складає 10 % від вартості нових рейок, становитиме 90 % вартості нових рейок і дорівнює 21932352 гривень/рік.

Ключові слова: небезпечна максимальна ширина колії, максимальна безпечна ширина колії, проміжні рейкові скріплення, вертикальні сили, бічні відтиснення головки рейки, зусилля притиснення болтів, фактори впливу ,горизонтальні люфти , статичні сили, динамічні сили, експериментальні дослідження, порушення безпеки руху , службове гальмування, інтенсивність бічного зносу головки рейки, взаємодія коліс з рейками, радіуси кривих, розпор рейкової колії, залізобетонна підрейкова основа, скріплення типу КБ-65, скріплення типу СКД-65, заміна рейкових плітей.

ABSTRACT

Novikov V.V. Longer service life of rails with separate intermediate fastenings in curves. As a manuscript.

Thesis for Academic Degree of Candidate of Engineering Sciences (PhD) in Speciality 05-22-06 – Railway Track (27 – Transport). – Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, 2021.

The study deals with the solution to a longer operational life of continuous welded rails with the КБ-65 and СКД-65 intermediate rail fastenings on concrete foundation in curves with radii up to 450 m. It is achieved through scientifically substantiated requirements for the maximum safe track gauge. Especially, it is of great significance for sections with intensive side wear of continuous welded rails on concrete foundation in the curves with radii less than 450 m. The allowable track gauge range for these sections is rather small. Thus, for straight sections and curves with radii up to 450 m this range is 25 mm (from 1520 mm to 1545 mm) and for curves with radii less than 450 m this range is 10 mm (from 1535 mm to 1545 mm) out of the maximum gauge; it guarantees the motion of the rolling stock at set traffic speeds. It is the result of track re-laying for the rails which have not reached the allowable side wear of the rail head (15 mm); and such track re-laying has increased 2.5 times. For Ukrainian railways, being squeezed financially, it makes no economic sense, as rail is

the most expensive constructive element of the track, and its whole service life potential, as set by standards, should be fully utilized. Besides, the maximum permissible track gauge of 1548 mm, as prescribed by the existing standards, disregards rail foundation material, elastic parameters of intermediate rail fastening, new re-profiled wheels put into operation, operational factors impacting the physical state of intermediate rail fastenings, effect from braking modes of a locomotive regarding temperature deformations of wheel treads, excising tolerances taken during their production, lateral pressure of the track, etc. Nevertheless, this track gauge value has been taken as one which meets all operational requirements despite all the above-mentioned limitations.

Content of the thesis. Introduction section scientifically substantiates the relevance of the subject matter and its value for introduction of modern structures of track and rolling stock with implementation of new re-profiled wheels. It deals with the factors which impact the object and the subject of the research, presents the objective and the tasks of the research, shows connection with research programs, plans, subject matters, describes the academic novelty, the practical value of the results obtained, and approbation of the results together with personal contribution of the applicant and his publications.

Section 1 deals with the historical stages in formation of the modern rolling profile surface and basic principles for determination of the maximum safe rail track gauge regulated by technical requirements for the rail track. It also analyzes the results of the scientific research by the well-known scientists in the field who studied the stability of continuous welded rails on concrete foundation with modern intermediate rail fastenings. The analysis of many scientific studies, not related to wheel loads and parameters for determination of the lateral pressure to the rolling stock, demonstrates the impossibility to forecast and develop any reliable algorithm for determination of the maximum safe rail track gauge. This value should include all known impact factors. Therefore, it requires an accepted scientific approach to solution of similar problems during implementation of innovative resilient intermediate rail fastenings for continuous rail track with application of new re-profiled operational wheels for rolling stock. The section deals with modern approaches to determination of the allowable rail

track gauge and concludes that it is not reasonable to use a positive tolerance as an addition to a safe value for the maximum track gauge defined as critical maximum value at the beginning of lateral pressure process. The analysis of many scientific research demonstrated that they did not include the actual state of intermediate separate fastenings which depends on the track tonnage affecting the lateral displacements of the rail head and widening the track due to the vertical and lateral forces. The analysis of failures in safe operation of trains and shunting locomotives on Ukrainian railways made it possible to conclude that their basic reason is the widening of the track; even perfect track gauge control equipment could not forecast these failures without taking into account the operational characteristics of the track sections used by various locomotives and one-type rail cars, thus the structural features of the rolling stock and the rail track tonnage are of primary importance. On the basis of the analysis of theoretical and experimental research made by renowned scientists the author determined the impact factors for the maximum allowable track gauge and concluded that regulation of the maximum allowable track gauge, as a universal constant time-independent value for all track sections, is not possible due to its variable nature for different types of rail vehicles and traffic conditions. The section presents the experiments during which the horizontal gaps in the КБ intermediate rail fastening were determined for the first time. It was concluded that calculation of the allowable rail track gauge should include the type of rail fastening, and maximum potential values of all gaps with consideration of their distribution along the rail track.

Section 2 presents the technique and results of the experimental research into the impact of the vertical and lateral forces from the rolling stock wheels on the lateral displacements of the rail head for a rail track on concrete foundation. This technique includes a preliminary study of an actual condition of the КБ-65 intermediate rail fastening before the scheduled tightening of all fastenings according to the tonnage of continuous welded rails. Thus the requirements for installation clamping forces to terminal and insert bolts were divided into two groups by freight capacity of sections: up to 40 million ton-km per year and over 40 million ton-km per year. The results were obtained on the basis of the experimental research for the operating track with a torque wrench (manufactured in the Soviet Union in 1980s), and due to the substantiation of

functional dependency between the forces on the bolts and the torque moment from the torque wrench to the nuts of these bolts. The technique of experimental measurements of elastic lateral displacements of the rail head under simultaneous vertical and horizontal forces, developed by the author, was used for specific studies, the results of which make it possible to analytically calculate actual lateral displacements of the rail head at any vertical and lateral forces for a track with the КБ-65 and СКД-65 rail fastenings. These values were obtained for the worst application of rails to the sleepers for two groups of the track freight capacity within actual values before a scheduled tightening of all bolts in the rail fastenings with accordance to Technical requirements for laying, alignment, repair and maintenance of continuous welded rails on railways of Ukraine (ЦП-0266 (ЦП-0081)).

The existing scientific and technical literature does not provide information on the value of horizontal gaps in the КБ-65 intermediate rail fastening. Therefore, the statistic characteristics for distribution of the random value $\overline{\varepsilon_n}$ were researched experimentally on the track maintenance train KMC-39. The research was made on the rails with inter-repair tonnage, which were removed from rail sections during track modernization. The technique presented stipulates measurement of horizontal gaps of track rails used for curves with application of a hydraulic jack with capacity of 50kN.

Chapter 3 presents the technique and the results of the research into the lateral pressure to the track with intermediate rail fastenings, and the impact of this lateral pressure to determination of the allowable track gauge for the most unsafe re-profiled wheels of modern rolling stock used on Ukrainian railways. These profiles have wider angles of rolling surface in comparison with ones of typical profiles, smaller wheel flanges and smaller distances from the external wheel surface to the area where conicity changes. Therefore they are more hazardous in terms of lateral pressure which has been studied neither theoretically nor practically and does not have any scientific substantiation in scientific literature at present. The study presents the results of the research into the maximum allowable rail track for sections before and during application of the service and emergency braking, and the total values of elastic pressure of the track due to the displacements of the rail head due to lateral and pressure

forces.

Section 4 gives the feasibility study for new standards for a safe track gauge with the KB-65 intermediate rail fastening for continuous welded rails on concrete sleepers for Ukrainian railways. The authors considered the potential additional resource of rail as the most expensive element of the track according to the accepted service life; however this potential cannot be used owing to the limitations included in the existing requirements for the rail track. The author calculated a substantial saving of used rails, and the social effect from shortening repair periods needed for replacement of worn-out rail sections, when it is not possible to forecast a temperature change in used non-renewed rails being re-laid with changing their field and gauge sides. For the Southern Railway with its average annual 13-km rail replacement the annual cost saving may reach 90 % out of the new rails and account for 21,932,352 hrn per year; by comparison, the residual cost of used rails for the track is just 10% out of the new rails.

Keywords: maximum allowable rail track gauge, maximum safe track gauge, intermediate rail fastenings, vertical forces, lateral displacements of rail head, clamping force, impact factors, horizontal gaps, static forces, dynamic forces, experimental research, fail-safe motion, service braking, side wear intensity of rail head, wheel/ rail interaction, curve radii, lateral pressure to rail track, concrete rail foundation, rail KB-65 fastenings, rail CKД-65 fastenings, track re-laying.

Список публікацій здобувача:

1. Новіков В. В., Белорусов О. І. Визначення небезпечного максимального розміру ширини рейкової колії. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2006. Вип. 72. С. 137–141.

2. Новіков В. В., Белорусов О. І. Вплив конструктивних особливостей ходових частин рухомого складу на величину максимально небезпечної ширини рейкової колії. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2007. Вип. 80. С. 51–54.

3. Новіков В. В., Белорусов О. І. Дослідження факторів впливу на величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Тези доповідей 67-ої міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, 2007. С. 167–168.

4. Новіков В. В., Белорусов О. І. Дослідження факторів впливу на величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Вісник ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2008. Вип. 21. С. 78–79.

5. Новіков В. В., Белорусов О. І., Думчиков С. В., Залевський В. О. Експериментальні дослідження величин горизонтальних люфтів у конструкції проміжного рейкового скріплення типу КБ-65. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2008. Вип. 91. С. 136–140.

6. Новіков В. В., Белорусов О. І. До питання про величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Тези доповідей 69-ої міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2009. С. 142.

7. Новіков В. В., Скорик О. О. Визначення умов проведення експериментальних досліджень впливу вертикальних та бічних сил від коліс рухомого складу на бічні відтиснення головки рейки при підрейковій основі з залізобетонними шпалами. *Научные труды SWorld*. Иваново: Научный мир, 2015. Вып. №2(39), Т.1. С. 47–50.

8. Новіков В. В., Скорик О. О. Результати експериментальних вимірювань

пружних бічних відтискань головки рейкової нитки при взаємодії горизонтального та вертикального. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2015. Вип. 157. С. 35–39.

9. Новіков В. В. Напрямки практичного використання експериментально отриманих функціональних залежностей величин бічного відтискання головки рейки від колеса рухомого складу. *Тези доповідей 78-ої міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2016. С. 71.

10. Новіков В. В., Скорик О. О. Дослідження умов розпору колії зі скріпленням типу КБ та його впливу на визначення небезпечної ширини рейкової колії. *Тези доповідей 6-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2017. С. 211–212.

11. Новіков В. В., Скорик А. А., Панченко С. В. Исследование условий распора колеи со скреплениями типа КБ и его влияние на определение опасной ширины рельсовой колеи. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 178. С. 14–20.

12. Новіков В. В., Скорик О. О. Аналіз причин порушень безпеки руху в поїзній та маневровій роботі, що пов'язані з розширенням колії. *Тези доповідей 80-ої міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 177. С. 105–106.

13. Anatolii Shtompel, Oleksii Skoryk, Vadym Novikov, Yuliia Kravchenko, Yevhen Korostelov. Determination of the level of separate rail failure using the indicator of their reliability. *Transbud-2018 – MATEC Web of Conferences*, 2018. 230. 01016. URL: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201823001016>

14. Новіков В.В., Скорик О.О., Кравченко Ю.М., Овчинніков О.О. Техніко-економічна оцінка використання нових норм небезпечної ширини рейкової колії з проміжними рейковими скріпленнями типу КБ-65 в безстиківій колії з залізобетонними шпалами на залізницях України. *Тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та*

довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті». Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 65-66.

15. Новіков В. В., Штомпель А.М., Скорик О.О., Кравченко Ю.М., Коростельов Є.М. Визначення рівня поодинокого виходу рейок у дефектні за показником їх надійності. *Тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті». Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 73-74.*

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШОЇ БЕЗПЕЧНОЇ ШИРИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ З ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ РОЗДІЛЬНОГО ТИПУ НА ЗАЛІЗОБЕТОННІЙ ПІДРЕЙКОВІЙ ОСНОВІ.....	30
Огляд сучасного стану та коротка історична довідка досвіду попередніх дослідників з літературних джерел.....	30
Сучасні підходи до визначення значення норми небезпечної ширини рейкової колії.....	36
Аналіз причин порушень безпеки руху в поїзній та маневровій роботі, допущених в колійному господарстві залізниць України, що пов'язані з розширенням колії.....	39
Визначення факторів впливу на небезпечний розмір ширини рейкової колії 52	
Визначення факторів впливу при традиційних профілях коліс рухомого складу.....	52
Дослідження факторів впливу на величину небезпечного розміру ширини рейкової колії.....	58
Дослідження впливу конструктивних особливостей ходових частин рухомого складу на величину максимальної небезпечної ширини колії.....	62
Висновки за розділом 1. Мета і задачі дослідження.....	64
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕРТИКАЛЬНИХ ТА БІЧНИХ СИЛ ВІД КОЛІС РУХОМОГО СКЛАДУ НА БІЧНІ ВІДТИСНЕННЯ ГОЛОВКИ РЕЙКИ НА ЗАЛІЗОБЕТОННІЙ ПІДРЕЙКОВІЙ ОСНОВІ.....	68
Дослідження величини горизонтальних люфтів в конструкції проміжного роздільного рейкового скріплення типу КБ.....	68
Методика та результати досліджень фактичного стану проміжних рейкових	

скріплення типу КБ-65, який вони мають перед наступним черговим плановим суцільним підкріпленням прикріплювачів в залежності від вантажонапруженості безстикової колії	74
Результати досліджень фактичного стану прикріплювачів проміжних рейкових скріплень типу КБ-65 у безстиковій колії перед наступним черговим суцільним підкріпленням.....	81
Методика та результати експериментальних вимірювань пружних бічних відтиснень головки рейкової нитки при одночасній дії на неї вертикального та горизонтального навантажень	82
Методика проведення експериментальних досліджень вимірювання пружних бічних відтиснень головки рейкової нитки при одночасній дії на неї вертикального та горизонтального навантажень	82
Результати експериментальних досліджень вимірювання пружних бічних відтискань головки рейкової нитки при одночасній дії на неї вертикального та горизонтального навантажень	89
2.4.3. Аналіз отриманих експериментальних даних на повторюваність із заданою довірчою вірогідністю	92
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РОЗПОРУ КОЛІЇ З ПРОМІЖНИМИ РЕЙКОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ РОЗДІЛЬНОГО ТИПУ ТА ЙОГО ВПЛИВУ НА ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ШИРИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ.....	97
Методика виконання досліджень умов розпору рейкової колії	97
Результати досліджень умов розпору рейкової колії.....	105
Висновки за розділом 3.....	115
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ НОРМ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ШИРИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ З ПРОМІЖНИМИ РЕЙКРОВИМИ СКРІПЛЕННЯМИ ТИПУ КБ-65 В БЕЗСТИКОВІЙ КОЛІЇ З ЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ШПАЛАМИ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ.....	117
Методика проведення техніко-економічної оцінки використання нових норм небезпечної ширини рейкової колії з проміжними рейковими скріпленнями типу КБ-65.....	117
Результати проведення техніко-економічної оцінки	128

Термозміцнені рейкові пліті.....	128
Рейкові пліті без зміцнення.....	131
Висновки за розділом 4.....	134
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	136
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	139

ВСТУП

У сучасній економіці України залізничний транспорт продовжує здійснювати основні обсяги вантажних перевезень, приблизно 75 % загального вантажообігу, та пасажирських перевезень, більше ніж 40 % пасажирообігу від всіх транспортних перевезень країни. Через ускладнення економічних та політичних стосунків, обсяги транспортних сполучень з найбільшими Східними партнерами значно скоротилися як у вантажному, так і у пасажирському русі. В той же час, після підписання угоди про асоціацію з ЄС, Україна поширює економічні стосунки з країнами Євросоюзу. Оці нові обставини вимагають змін у стандартах інфраструктури залізниць, та наближення їх до загальноєвропейських нормативів.

На залізницях України щороку, починаючи з 60-х років минулого століття, постійно відбуваються значні зміни як у конструкції колії, так і у конструкції ходових частин рухомого складу, але через помилкові рішення у плануванні обсягів перевезень та осьових навантажень, які призвели до дуже значних матеріальних втрат та ще й до сучасного періоду не ліквідовані усі причини, що викликали ці втрати. При значному посиленні конструкції верхньої будови залізничної колії, шляхом введення в експлуатацію важких типів рейок (Р65, UIC 60) та значного поширення полігону безстикової колії з новими, більш досконалішими типами рейкових скріплень – СКД65, які дозволили збільшити полігон застосування залізобетонних шпал та безстикової колії у кривих ділянках радіусом менше 450 м. Протяжність кривих ділянок колії з радіусом 450 м та менше не перевищує 8% розгорнутої довжини головних та станційних колій магістральних залізниць України і складає загальну довжину 3514 км, з яких 811 км безстикової колії на залізобетонних шпалах та 981 км ланкової колії на залізобетонних шпалах. В тому числі 1259 км колії зі скріпленнями типу КБ та 286 км – СКД65-Б. Більш 80 % протяжності кривих з радіусом 450 м и менше знаходяться на ділянках з вантажонапруженістю до 15 млн. ткм бруто/км год. Майже на 70 %

протяжності таких кривих реалізуються швидкості руху до 60 км/год пасажирськими поїздами та до 40 км/год вантажними. Основним типом рухомого складу, який формує вантажонапруженість ділянок є 4-вісні вантажні вагони ЦНП-ХЗ-О з осьовими навантаженнями 210 кН. В нормах улаштування залізничної колії використовуються стандартні підходи до встановлення найбільшої допустимої ширини колії, які були справедливими для колії з дерев'яними шпалами та відсутні комплексні дослідження усіх змін в конструкції рухомого складу та у конструкції колії з урахуванням багатьох додаткових факторів впливу на зазначену характеристику колії, дотримання якої повинно забезпечити безпеку руху, не зважаючи на обсяги матеріальних витрат на утримання колії.

Завданням даної дисертаційної роботи є дослідження процесів взаємодії рухомого складу з сучасними ремонтними профілями та стандартними профілями коліс рухомого складу з рейковою колією, конструкція якої відповідає найбільш поширеній в Україні – безстикової колії з залізобетонними шпалами та роздільним проміжним клемно-болтовим скріпленням типу КБ (СКД65-Б) в кривих ділянках колії з метою встановлення найбільшої безпечної ширини колії, яку можна допустити за умов забезпечення безпеки руху через недопущення розширення колії, яке може привести до провалу колісних пар та забезпечити найбільший допустимий ресурс використання рейкових плітей на ділянках з інтенсивним боковим зносом рейок, з можливістю подальшого використання результатів дослідження для обґрунтування норм улаштування колії у кривих таких ділянках.

Актуальність теми. Існуючі на сьогодні норми найбільшої допустимої ширини колії отримані з урахуванням можливості провалу колеса рухомого складу в разі кочення перетином колеса, де змінюється конічність 1:20 на конічність 1:7 стандартного профілю колеса, по початку закруглення бічної робочої грані головки рейки $r = 15$ мм. У той час, як гребінь має найбільший знос, при якому його товщина дорівнює 25 мм, при мінімальній насадці коліс – 1437 мм, та конструкція скріплень не має жодних люфтів, та забезпечує бічне

відтиснення головки рейки під дією бічної сили від рухомого складу не більше 2 мм та зменшення ширини колісної пари за рахунок вигину вісі колісної пари – 2 мм. При цих умовах не враховано такі фактори:

- допуск на зменшення ширини колеса – 4 мм;
- максимальні бічні відтиснення головки рейки досягають значно більших величин – в окремих випадках до 6 – 10 мм [11];
- при застосуванні службового гальмування через нагрівання поверхні кочення коліс рухомого складу вагонів відбувається звуження ширини колісної пари до 10 мм [16, 17];
- відсутні експериментально отримані функціональні залежності величини бічного відтиснення головки рейки від вертикального та бічного навантажень одночасно на рейкову нитку;
- відсутні статистичні дані про люфти в елементах скріплень, що виникають через їх корозійні пошкодження, та зношення в процесі експлуатації колії;
- відсутні дані про фактичний стан зусиль притиснення прикріплювачами проміжних рейкових скріплень в залежності від існуючих норм виконання суцільних підкріплень та вантажонапруженості колії;
- відсутня методика урахування усіх зазначених факторів в процесі розпору колії, як і самого розрахунку процесу розпору колії;
- не врахована та обставина, що нові ремонтні профілі мають більш круту конічність поверхні кочення – 1:10, що переходить в 1:3,5;
- не враховано зменшення відстані від краю ободу до перетину зміни конічності поверхні кочення, у деяких ремонтних профілів.

В процесі експлуатації колії, в наслідок дії значних бічних сил невідворотні відтиснення рейки в вузлах рейкових скріплень та бічний знос голівки рейок, при чому темп розширення колії практично не залежить від початкової ширини колії. Фактична ширина постійно збільшується до максимально допустимої. Після цього виникає необхідність проведення робіт з повернення ширини колії до номінального значення, потім цикл повторюється.

В зв'язку зі зменшенням «коридору» що допускається в експлуатації ширини колії (з 25 мм: 1545-1520 мм до 10 мм: 1545-1535 мм) приблизно у 2,5 рази зростає кількість переукладань рейкових плітей зі зміною робочого канту з відповідним зростанням трудовитрат. Рейкові пліті не будуть вибирати допустимий бічний знос 15-18 мм і будуть видалятися достроково, що в умовах економічного ускладнення залізниць України дуже недоцільно через те, що рейки в залізничній колії є найдорожчим конструктивним елементом і мають вичерпувати весь нормативний ресурс, закладений в нормативах їх використання.

Значні втрати залізниць через наднормативний бічний знос рейок та гребенів коліс привели до необхідності залучення наукових кадрів по програмі «колесо-рейка» до розробки пропозиції, спрямованих на подолання проблем

взаємодії рухомого складу та колії, в результаті яких було розроблено та впроваджено кілька нових ремонтних профілів коліс вагонів, локомотивів та моторвагонного рухомого складу, які мають нові, раніше ніколи не застосовані в розрахунках небезпечної ширини колії розміри поперечного перерізу, що значно впливають на кінцеві результати. Додатково, деякі з нових ремонтних профілів, як довели експериментальні дослідження мають більші бічні навантаження на рейки, ніж стандартні профілі, що теж необхідно враховувати.

Автором розроблено алгоритм розрахунків небезпечної ширини рейкової колії, який базується на результатах виконаних їм власноруч експериментальних дослідженнях одночасного впливу вертикальних та бічних сил на бічні відтиснення головки рейкової нитки при детермінованих зусиллях притиснення клемних та закладних болтів, які було визначено на цій підставі вивчення фактичного зменшення зусиль натягу у процесі експлуатації колії з урахуванням нормативних термінів проведення суцільних підкріплень на ділянках з різними вантажонапруженостями, що дозволяє врахувати фактичний стан скріплень при визначенні бічних відтиснень голівки рейки. Вперше в даній роботі автором реалізована методика розрахунків розширення колії під час саме розпирання рейкової колії через одночасне бічне відтиснення обох

рейкових ниток, на що звертали увагу Г.М. Шахунянц, М.А. Чернишов, В.І. Тихомиров ще на початку впровадження залізобетонних шпал та безстикової колії, але перші спроби розв'язати проблему розпирання колії з залізобетонними шпалами та проміжними скріпленнями клемно-болтового типу здійснив В.С. Лисюк, та ці спроби не враховували велику частину вище перелічених не врахованих факторів впливу, які виявлено автором даної дисертаційної роботи та не були ніяким чином враховані у нормах устрою та утримання залізничної колії.

Згідно до європейських норм, викладених в пам'ятці ОСЖД 786-7, яка набрала чинності 16 листопада 2001 року та має рекомендаційний характер для усіх країн, які приймали участь у їх розробці та є учасниками ОСЖД у «Рекомендаціях по єдиній методиці оцінки рівня силової завантаженості колії та колійних конструкцій при їх проектуванні та експлуатації» у пункті 3.2 пропонується використовувати наступні критерії стійкості рейкової колії: деформації рейкових ниток – $\Delta\epsilon$ та зміни ширини колії – ΔS , які можливо застосувати лише при визначенні найбільшої допустимої безпечної величини ширини колії, яка для конструкції з роздільними проміжними рейковими скріпленнями на залізобетонних шпалах ніколи не визначалась та яку передбачено визначити в даній роботі.

Для визначення найгірших умов взаємодії коліс рухомого складу та рейкової колії розглянуто бічна дія найбільш масових одиниць рухомого складу по відомих складових графіків-паспортів бічної дії при найбільших допустимих значеннях непогашеного прискорення на залізницях України, на підставі яких з урахуванням вантажонапруженості ділянок зроблено загальні висновки щодо небезпечних значень ширини колії при заміні точкового контакту фактичним плямам у вигляді еліпсу.

Для визначення статистичних значень величини люфтів на ланко-збиральній базі КМС-39 були проведені експериментальні роботи по вимірюванню люфтових відтиснень підошви рейок, знятих з колії при модернізації, за допомогою віджимання рейок спеціальним гідравлічним

домкратом та наступною статистичною обробкою отриманих значень, необхідних для урахування при визначенні небезпечного значення ширини рейкової колії.

Наведене вище вказує на актуальність розробки обґрунтованих норм безпечної максимальної ширини рейкової колії зі скріпленнями проміжними рейковими скріпленнями типу КБ-65 та СКД65-Б. Цим питанням і присвячена дисертаційна робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи та її зміст пов'язані із виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Коля та колійне господарство» та «Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини» Українського державного університету залізничного транспорту, що спрямовані на удосконалення конструкції колії метрополітену, її утримання, ремонту та ресурсозбереження відповідно до заходів, визначених Програмами розвитку Харківського метрополітену державного та регіонального рівнів, а саме: Постановою Кабінету Міністрів України від 07.03.06 р. №257 «Про затвердження Державної програми будівництва та розвитку мережі метрополітенів на 2006-2010 роки».

Автор дисертаційної роботи приймав участь у науково-дослідних роботах, що виконувались на замовлення КП (Харківський метрополітен) за такими темами:

- «Розробка технічних вказівок на використання старопридатних рейок довжиною 12,5 та 25 м в коліях КП «Харківський метрополітен», державний обліковий номер ДРН№0216U006885, Харків, УкрДУЗТ, 2014-2016 рр.

- «Дослідження впливу параметрів фінішного рейкошліфування на розвиток домінуючих дефектів рейок метрополітену», державний обліковий номер ДРН№0216U009010, Харків, УкрДУЗТ, 2015-2016 рр.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення строку експлуатації рейок в складних умовах плану та профілю за рахунок визначення нормативів максимальної ширини рейкової колії, в тому числі, в прямих ділянках колії та кривих малих радіусів з проміжними рейковими

скріпленнями роздільного типу за умови обов'язкового забезпечення схеми нормально-примусового вписування екіпажів (возиків) рухомого складу. Нормативи максимальної ширини рейкової колії повинні відповідати не лише вимогам забезпечення безпеки руху поїздів до реалізації найбільш допустимого зносу головки рейки, а й враховувати вплив на формування ширини колії такого фактору, як обрис ремонтних профілів коліс, а також фактичний стан колії, що визначається конструкцією прикріплювачів, їх мінімальними поточними зусиллями притиснення та їх впливом на горизонтальні пружні бічні відтиснення при колісних навантаженнях.

У відповідності з поставленою метою в дисертаційній роботі поставлені та розв'язані **наступні задачі досліджень**:

1) провести аналіз існуючої методики визначення максимальної ширини рейкової колії та визначити напрями її удосконалення;

2) провести аналіз причин порушень безпеки руху в поїзній та маневровій роботі, допущених в колійному господарстві залізниць України, що пов'язані з розширенням колії;

3) провести дослідження факторів впливу на величину максимального розміру ширини рейкової колії;

4) виконати експериментальні дослідження величини горизонтальних люфтів в конструкції проміжного рейкового скріплення типу КБ-65;

5) виконати дослідження фактичного стану проміжних рейкових скріплень роздільного типу, який вони мають перед наступним черговим плановим суцільним підкріпленням прикріплювачів в залежності від вантажонапруженості безстикової колії;

6) провести експериментальні вимірювання пружних бічних відтиснень головки рейкової нитки при одночасній дії на неї вертикального та горизонтального навантажень;

7) виконати дослідження умов розпору колії з проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу та його впливу на визначення максимальної ширини рейкової колії.

Об'єкт досліджень – процес взаємодії залізничної колії та рухомого складу з новими ремонтними профілями в кривих ділянках безстикової колії із залізобетонними шпалами та проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу.

Предмет досліджень – процедура визначення максимальної ширини безстикової рейкової колії з проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу (КБ-65, СКД65-Б).

Робоча гіпотеза досліджень – полягає в тому, що існуючі підходи щодо визначення небезпечного значення ширини рейкової колії некоректно застосовувати до колії з залізобетонною підрейковою основою.

Методи досліджень. В дисертаційній роботі використано комплексний метод досліджень, який включає аналітичну та експериментальну частини. Для аналітичних методів застосовано метод математичного моделювання. Обробку експериментальних досліджень горизонтальних люфтів проведено із застосуванням методів математичної статистики. Для експериментальних досліджень була розроблена та створена установка для відтворення одночасної дії вертикальних та бічних навантажень на головку рейкової нитки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

1. Вперше отримано найбільш ймовірну величину горизонтальних люфтів або відбоїв рейкових ниток в проміжних рейкових скріпленнях роздільного типу при напрацюванні нормативного міжремонтного тоннажу по обом рейковим ниткам, що дозволило врахувати, додатково до відомих, ще один з найбільш впливових факторів у визначенні максимальної небезпечної ширини рейкової колії.

2. На основі визначення фактичних залежностей зміни монтажних зусиль натягіння клемних та закладних болтів в діючій залізничній колії вперше отримано розрахункові значення фактичних мінімальних зусиль притиснення рейок до шпал, за умови виконання вимог діючих нормативів поточного утримання залізничної колії. Отримані результати використані для встановлення емпіричних залежностей величин бічних горизонтальних

відтискань головки рейкової нитки при одночасній дії вертикальних та горизонтальних сил від коліс рухомого складу. Це дозволило врахувати вплив конструкції підрейкової основи на визначення максимальної допустимої ширини рейкової колії.

3. Вперше запропоновано новий метод визначення максимальної допустимої ширини рейкової колії з урахуванням найбільш впливових факторів конструкції рейкової колії та рухомого складу, що дозволив запропонувати диференціацію норм максимальної допустимої безпечної ширини рейкової колії в залежності від умов експлуатації, таких як складний план та поздовжній профіль в прямих ділянках колії та кривих малих радіусів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

1. Отримані в дисертації висновки та результати дозволять скоротити матеріальні витрати на поточному утриманні безстикової колії с проміжними рейковими скріпленнями роздільного типу.

2. Запропонований новий метод розрахунку визначення максимальної допустимої ширини рейкової колії, що базується на комплексному врахуванні конструкції колії та експлуатаційних факторів, умов взаємодії рухомого складу та елементів залізничної колії, може бути використаний при розробці нових нормативів ширини рейкової колії в прямих ділянках колії та кривих малих радіусів та впровадженні нових конструкцій рейкових скріплень.

3. Розроблені в дисертаційній роботі пропозиції щодо врахування геометричних характеристик поверхні кочення елементів ремонтних профілів коліс рухомого складу дозволять уникати виникнення небезпечного розпирання рейкової колії.

4. Одержані в дисертації результати використовуються під час викладання дисциплін «Улаштування та експлуатація залізниць», «Залізнична колія», «Організація і планування ремонтно-колійних робіт в умовах обмежених ресурсів» в курсовому та дипломному проектуванні при підготовці фахівців за освітньою програмою «Залізничні споруди та колійне господарство» в Українському державному університеті залізничного

транспорту.

5. Практичне впровадження результатів дисертаційної роботи підтверджено відповідними актами, наданими в додатках до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, отримані особисто автором. Особистий внесок здобувача в роботах, що опубліковані в співавторстві, полягає у наступному:

- аналіз існуючих досліджень, порівняння існуючих методик [6];
- розробка методики виконання досліджень умов розпору [1];
- підготовка експериментальної ділянки, виготовлення спеціального обладнання та проведення експериментальних досліджень [2];
- виконання експериментальних досліджень, статистична обробка отриманих результатів з визначення максимальної ймовірної величини горизонтальних люфтів [3];
- дослідження геометричних параметрів ободів та бандажів та термічного впливу гальмування на ширину колісної колії [4];
- дослідження факторів впливу на величину максимального розміру ширини рейкової колії [5];
- аналіз фактичних даних при відмові рейок безстикової колії [7];
- аналіз причин порушень безпеки руху на залізницях України [8];
- аналіз впливу ремонтних профілів на визначення максимальної ширини рейкової колії з урахуванням сил розпору [9];
- розробка процедури визначення максимальної ширини рейкової колії для умов складного плану та профілю [10];
- урахування досліджених факторів впливу в розробці процедури визначення максимальної ширини рейкової колії [11];
- дослідження впливу непогашених прискорень для певного рухомого складу на максимальну ширину рейкової колії [12];
- аналіз фактичного стану проміжних рейкових скріплень в залежності від вантажонапруженості ділянок колії [13].

Апробація результатів дисертації.

Основні положення та результати дисертаційних досліджень доповідались на наступних міжнародних науково-практичних конференціях:

- 67-й Міжнародній науково-практичній конференції Дніпропетровського інституту інженерів транспорту «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 24.05-25.05.2007 р.);

-69-й Міжнародній науково-практичній конференції Дніпропетровського інституту інженерів транспорту «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (м. Дніпропетровськ, 21-22 травня 2009 р.);

- 78-й Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, 26-28 жовтня 2016 р.);

- 6-й Міжнародній науково-технічній конференції Українського державного університету залізничного транспорту «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 19-21 квітня 2017 р.);

- 80-й Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті», (м. Харків, 24-26 квітня 2018);

- 7-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 14-16 листопад 2018 р.).

Дисертаційна робота в повному обсязі доповідалась та обговорювалась на розширеному засіданні кафедри «Колія та колійне господарство» (ККГ) Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ) у січні 2021 р.

Публікації. Основний зміст дисертації, результати теоретичних, стендових та експериментальних досліджень в умовах експлуатації опубліковано в 6-ти друкованих наукових працях [1, 2, 4-7, 117], а також в 8-ми тезах доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях з яких 1 – у виданні, що індексується НМБД Scopus. Наукові праці [1, 2, 4, 5, 7, 117] опубліковано у виданнях України, які включено до переліку

фахових видань МОН України та 1 додаткова публікація.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, основних висновків, списку використаних джерел із 131 найменувань на 14 сторінках, містить 153 сторінок основного тексту, 30 рисунків, 26 таблиць, 4 додатків.

До основного тексту дисертації відносять такі структурні частини дисертації: титульний аркуш, анотації, зміст, огляд літератури, основна частина, висновки, без урахування сторінок, що повністю зайняті рисунками, схемами або таблицями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новіков В.В., Белорусов О.І. Визначення небезпечного максимального розміру ширини рейкової колії. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2006. Вип. 72. С.137-141.
2. Новіков В.В., Белорусов О.І. Дослідження факторів впливу на величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Вісник ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2008. Вип. 21. С. 78-79.
3. Новіков В.В., Скорик О.О. Аналіз причин порушень безпеки руху в поїзній та маневровій роботі, допущених в колійному господарстві, що пов'язані з розширенням колії. *Тези доповідей 80-ої міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 177. С. 105-106.
4. Новіков В.В., Белорусов О.І., Думчиков С.В., Залевський В.О. Експериментальні дослідження величин горизонтальних люфтів у конструкції проміжного рейкового скріплення типу КБ-65. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2008. Вип. 91. С. 136-140.
5. Новіков В.В., Белорусов О.І. Вплив конструктивних особливостей ходових частин рухомого складу на величину максимально небезпечної ширини рейкової колії. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2007. Вип. 80. С.51-54.
6. Новіков В.В., Скорик О.О. Визначення умов проведення експериментальних досліджень впливу вертикальних та бічних сил від коліс рухомого складу на бічні відтиснення головки рейки при підрейковій основі з залізобетонними шпалами. *Научные труды SWorld*. Иваново: Научный мир, 2015. Вып. №2(39), Т.1. С. 47-50.
7. Новіков В.В., Скорик О.О. Результати експериментальних вимірювань пружних бічних відтискань головки рейкової нитки при взаємодії горизонтального та вертикального навантаження. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків: УкрДАЗТ, 2015. Вип. 157. С.35-39.

8. Новіков В.В., Белорусов О.І. До питання про величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Тези доповідей 69-ої міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2009. С. 142.
9. Новіков В.В., Скорик О.О. Дослідження умов розпору колії зі скріпленням типу КБ та його впливу на визначення небезпечної ширини рейкової колії. *Тези доповідей 6-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2017. С. 211-212.
10. Справочник інженера-путейця / под ред. В.В. Басилова и М.А. Чернышева. Т.1. М.: Транспорт, 1972. 449 с.
11. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Транспорт, 1987. 479 с.
12. Чернышев М.А. Железнодорожный путь. М.: Транспорт, 1969. 242 с.
13. Сборник научных работ по вопросам путевого хозяйства / под общей редакцией проф. М.А. Фришмана. Днепропетровск, 1957. 76 с.
14. Коган А.Я., Переслегин А.В. Изгиб и кручение рельса при больших значениях крутящего момента. *Межвузовск. сб. науч. трудов*. Днепропетровск, 1991. С. 44-56.
15. Леванков И.С. К вопросу определения вертикальной силы. *Сб. научн. Трудов* / под ред. проф. М.А. Фришмана. Днепропетровск, 1973. Вып. 142. 99 с.
16. Лысюк В.С. Причины и механизмы схода колеса с рельса. 2-е изд. *Проблемы износа колес и рельсов*. М.: Транспорт, 2002. 215 с.
17. Киселев С.Н., Иноземцев В.Г. Температурные поля, деформации и напряжения в цельнокатаных вагонных колёсах при различных режимах торможения. *Вестник ВНИИЖТ*. М.: ВНИИЖТ, 1994. №7. С.11-30.
18. Яковлев В.О., Мойсеенко К.В., Говоруха В.В. Практичні рекомендації щодо проведення вхідного контролю матеріалів верхньої будови колії. *Вісник ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ: Арт-Прес, 2003. 196 с.

19. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2004 р. К.: 2005. 83 с.
20. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2005 р. К.: 2006. 86 с.
21. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2006 р. К.: 2007. 75 с.
22. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2007 р. К.: 2008. 78 с.
23. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2008 р. К.: 2009. 64 с.
24. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2009 р. К.: 2010. 68 с.
25. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2010 р. К.: 2011. 50 с.
26. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2011 р. К.: 2012. 46 с.
27. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України: ЦП-0269. К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. 456 с.
28. Сиденко В.М., Грушко И.М. Основы научных исследований. Харьков: Издательское объединение «Вища школа», 1979. 200 с.
29. Белый В.И., Болотин В.И., Лаптев В.А., Дмитриев А.Н., Шульга В.Я. Путь и безопасность движения поездов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Транспорт, 1983. 151 с.
30. Белоусов Н.З. О некоторых резервах продления срока службы рельсов. Автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.06. «Железнодорожный путь. Харьков, 1966. 16 с.
31. Каменсий В.Б., Шац Э.Я. Содержание железнодорожного пути в кривых. М.: Транспорт, 1987. 189 с.
32. Богданов А.Ф., Чурсин В.Г. Эксплуатация колесных пар вагонов. М.: Транспорт, 1985. 269 с.

33. Шадур Л.А. Развитие отечественного вагонного парка. М.: Транспорт, 1988. 279 с.
34. Богданов В.М. Научное обеспечение путевого комплекса. *Вестник ВНИИЖТ*. М.: ВНИИЖТ, 2004 № 3. С. 11-13.
35. Желнин Г.Г., Никитин Д.А., Гончаров Б.И. Воздействие на путь в кривых малого радиуса длинносоставных тяжеловесных поездов. *Вестник ВНИИЖТ*. М.: ВНИИЖТ, 2007. №4. С. 7-11.
36. Богданов В.М., Захаров С.М. Современные проблемы системы колесо-рельс. *Железные дороги мира*. М.: 2004. №1. С. 57-62.
37. Орловский А.Н., Цыганенко В.В., Шатерков В.И. О воздействии на путь нового транспортёра сцепного типа грузоподъёмностью 240 т. *Труды ДИИТа*. Днепропетровск: ДИИТ, 1982. Вып. 223/24. С. 8-15.
38. Карпущенко Н.И., Величко Д.В., Бобовникова Н.А. Влияние ширины колеи и состояние ходовых частей подвижного состава на интенсивность износов. *Транспорт Российской Федерации*. М.: 2010. №3(28). С. 10-13.
39. Карпущенко Н.И., Козлов А.П., Антерейкин Е.С. Параметры колеи и износ рельсов в кривых. Путь и путевое хозяйство. М.: 2007. №11. С. 7-9.
40. Карпущенко Н.И., Котова И.А., Ликратов Ю.А. Взаимодействие колёс и рельсов в кривых участках. *Путь и путевое хозяйство*. М.: 2008. №6. С. 2-6.
41. Котюков И.А., Слесарев В.Г. О боковой жесткости рельсовых нитей в пределах стрелочных переводов. *Сб. науч. трудов «Вопросы устройства и работы железнодорожного пути»*. Новосибирск, 1966. Вып. 58 С. 22-29.
42. Величко Д.В. Интенсивность ослабления натяжения болтов промежуточных рельсовых скреплений. *Тезисы научно-практической конференции «Актуальные проблемы Транссиба на современном этапе»*. Новосибирск: СГУПС, 2001. С. 245.
43. Величко Д.В. Влияние конструкции промежуточных скреплений на ширину рельсовой колеи. *Сб. науч. трудов «Железные и автомобильные дороги в условиях Сибири»*. Новосибирск: СГУПС, 2002. С. 159-163.
44. Гучков А.К., Елсаков Н.Н. О нормативах скреплений для

железобетонных шпал. Путь и путевое хоз-во, 2003. №1. С. 10.

45. Ермаков В.М., Федин В.М., Борц А.И. Оценка качества и совершенствование элементов верхнего строения пути. *Путь и путевое хоз-во*, 2000. №3. С. 20-23.

46. Иванова О.И., Карпущенко Н.И. Экспериментальное исследование связей рельсов с основанием. Асбестовый балласт. Вопросы устройства и работы железнодорожного пути. *Сб. науч. трудов*. Новосибирск: НИИЖТ, 1971. Вып. 125. С. 51-60.

47. Карпущенко Н.И. Надёжность связей рельсов с основанием. М.: Транспорт, 1986. 149 С.

48. Климов В.И., Настечик Н.П. Исследование работы скрепления типа КБ. Исследование взаимодействия пути и подвижного состава. *Сб. науч. трудов*. Днепропетровск: ДИИТ, 1976. Вып.180/7. С. 46-52.

49. Лысюк В.С. Идентификация группового воздействия колёс тележек на путь от квазистатического сжатия и растяжения. *Вестник ВНИИЖТа*. М.: ВНИИЖТ, 1989. №4. С. 43-47.

50. Белорусов А.И. Усилия в болтах рельсовых скреплений при их затяжке и контроле. Исследование взаимодействия пути и подвижного состава. *Сб. науч. трудов*. Днепропетровск: ДИИТ, 1982. Вып.223/24. С. 52-56.

51. Шахунянец Г.М. Устройство железнодорожного пути. М.: Трансжелдориздат, 1949. Т.Ш. 632 с.

52. Лященко В.Н. Длинные рельсы и бесстыковой путь. Харьков, 1961. С.54-55.

53. Исследование новых конструкций железнодорожного пути. *Труды МИИТа*. М.: МИИТ, 1973. Вып. 382. 89 с.

54. Трение, изнашивание и смазка / под ред. И.В. Крагельского и В.В. Цилина. Справочник. М.: Машиностроение, 1979. Т.2. 232 с.

55. Рекомендации по единой методике оценки уровня силовой нагруженности пути и путевых конструкций при их проектировании и эксплуатации. Памятка Р-786/7(ОСЖД). Разработано совещанием экспертов V

Комиссии 25-27 сентября 2001 г. Будапешт, Венгрия. 12 с.

56. Лончаков Э.Т., Майоров Э.Г. Расчет размерных цепей рельсовой колеи. Оптимизация норм устройства и содержания рельсовой колеи. *Сб. науч. трудов ВЗИИТ* / под общ. ред. доц. Тихомирова В.И. Москва, 1975. Вып. 78. С. 55.

57. Майоров Э.Г. К вопросу технико-экономической оценки норм и допусков на сборку путевой решетки и приемку отремонтированного пути. Оптимизация норм устройства и содержания рельсовой колеи. *Сб. науч. трудов ВЗИИТ* / под общ. ред. доц. Тихомирова В.И. Москва, 1975. Вып. 78. С. 95.

58. Шахунянц Г.М., Демидов А.А. Работа болтов в скреплениях. *Сб. науч. трудов*. М.: МИИТ, 1973. Вып. 382. С. 96-108.

59. Шахунянц Г.М., Кондратьев А.А. Изменение монтажных сил в закладных и клеммных болтах под поездной нагрузкой. *Сб. науч. трудов*. М.: МИИТ. Вып. 382. С. 126-136.

60. Шульга В.Я., Лаптев В.А., Жарнов В.М. О целесообразных сроках затяжки гаек клеммных и закладных болтов на участках бесстыкового пути. *Сб. науч. трудов*. М.: МИИТ, 1972. Вып. 383. С. 24-43.

61. Васин А.В., Жарнов В.М. Исследование ослабления затяжки гаек на бесстыковом пути со скреплениями типа КБ и ЖБ. *Сб. науч. трудов*. М.: МИИТ, 1973. Вып. 446. С. 70-78.

62. Современные конструкции верхнего строения железнодорожного пути / под ред. проф. В.Г. Альбрехта и проф. А.Ф. Золотарского. М.: Транспорт, 1975. 278 с.

63. Климов В.М., Настечик Н.П. Исследование работы скрепления типа КБ. *Сб. науч. трудов*. Днепропетровск: ДИИТ, 1976. Вып. 180/17. С. 46-57.

64. Андреев Г.Е. Совершенствовать конструкцию скреплений. *Путь и путевое хозяйство*, 1978. №1. С. 3-30.

65. Иволга Н.В., Настечик Н.П. Оценка эксплуатационных качеств скреплений типа БП и КБ. Днепропетровск: ДИИТ, 1980. 8 с. Деп. в ЦНИИ ТЭИ МПС 25.12.82. №1332/80.

66. Разработка мер по содержанию и ремонту железнодорожного пути, обеспечивающих скорости движения грузовых поездов до 90-100 км/ч. Отчет о НИР; науч. рук. проф. Ангелейко В.И. Харьков: ХИИТ, 1977. С. 85; 1978. С. 110. П 14; № ГР 78036329 (инв. № Б 717269), № ГР 77041220 (инв. № Б 646626).

67. Петров Н.В., Купцов В.В., Лозовская М.И. Совершенствование существующих и разработка новых конструкций промежуточных рельсовых скреплений для железобетонных шпал. *Сб. науч. трудов*. М.: ВНИИЖТ, 1979. Вып. 616. С. 10-39.

68. Ангелейко В.И. Когда нужно закреплять болты. *Путь и путевое хозяйство*. 1976. №5. С. 39-41.

69. Исследование работы бесстыкового пути, совершенствование его конструкции и расширение сфер его рационального применения. Отчет о НИР; науч. рук. проф. Ангелейко В.И. Харьков: ХИИТ, 1983. 175 с. З ГР 08130020564.

70. Яковлєв В.О., Мойсєєнко К.В., Говоруха В.В. та ін. Практичні рекомендації щодо проведення вхідного контролю матеріалів верхньої будови колії. Дніпропетровськ.: ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, 2003. 196 с.

71. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надёжности. М.: «Советское радио», 1968 288 с.

72. Зак М.Г., Ершков О.П., Ткачев Е.Д. Теоретический анализ влияния расстройств рельсовой колеи на динамические взаимодействия подвижного состава и пути и оценка неравножесткости рельсовых нитей. *Транспорт ВНИИЖТ*. М.: ВНИИЖТ, 1980. Вып. 628. С. 67-103.

72. Новиков В.В., Скорик А.А., Панченко С.В. Исследование условий распора колеи со скреплениями типа КБ и его влияние на определение опасной ширины рельсовой колеи. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 178. С. 14-20.

73. Інструкція з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар: ЦВ-ЦЛ-006. Київ, 2005. 103 с.

74. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового

рухомого складу залізниць України колії 1520 мм: ВНД 32.0.07.001-2001 (Нова редакція). К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2011. 170 с.

75. Технічні вказівки по улаштуванню укладанню ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України: ЦП-0266. К.: Транспорт України, 2012. 150 с. Затверджена наказом Укрзалізниці № 033Ц від 01.02.2012 р.

76. Карпущенко Н.И., Котова И.А. Износ и сроки службы рельсов и колес подвижного состава. *Вісник ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна*. Дніпропетровськ: ДНЗУТ, 2003. Вип.2. С. 41-46.

77. Даніленко Е.І., Карпов М.І., Сушков В.Ф., Костюк М.Д., Рибачок П.І. Привила і технологія виконання робіт при поточному утриманні залізничної колії. К.: Транспорт України, 2002. 156 с.

78. Правила и технология выполнения основных работ при текущем содержании пути: ЦПТ-52. Москва, 1997. 165 с. Утверждены МПС РФ 30.06.1997.

79. Косенко С.А., Акимов С.С. Интенсивность износа рельсов при различных промежуточных скреплениях. *Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Инновационные факторы развития транспорта. Теория и практика»*. Новосибирск: СГУПС, 2017. С. 13-15.

80. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Москва, 2016. 176 с. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 14.12.2016 г. № 2544р.

81. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Москва, 2012. 136 с. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.2012 г. № 2788р.

82. Карпущенко Н.И., Замелова Д.Ю. Исследование бокового износа рельсов в кривых на перевальном участке. *Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Инновационные факторы развития транспорта. Теория и практика»*. Новосибирск: СГУПС, 2017. С. 26-28.

83. Усачев П.М., Жечков А.И., Дергунов П.В. Методические указания по определению экономической эффективности новой техники, изобретений и

рационализаторских предложений на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1980. 144 с.

84. Технологическая карта № 27. Смена рельсовых плетей бесстыкового пути с переменной рабочего канта. Желдорспецпроект. М.: <https://желдорспецпроект.рф/27>.

85. Даниленко Э.И. Об оптимизации размерных соотношений в паре «колесо-рельс». *Залізничний транспорт України*, 2006. № 6. С. 56-59.

86. Технічні вказівки по використанню старопритатних матеріалів верхньої будови колії на залізницях України: ЦП-0021. К.: Транспорт України, 1998. 96 с.

87. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України: ЦП-0113. К.: Головне управління колійного господарства, 2004. 40 с.

88. Гудкова В.П., Одарченко С.М. Напрями одержання конкурентних переваг на транспортному ринку. *Материалы VII международной научно-практической конференции «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Розвиток залізничного транспорту та корпоративне управління»*. К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 14-15.

89. Дикань В.Л. Прогресивні проекти розвитку залізничної транспортної системи України. *Материалы VII международной научно-практической конференции «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Розвиток залізничного транспорту та корпоративне управління»*. К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 24.

90. Русова К.А. Проблематика стратегічного розвитку залізничного транспорту України. *Материалы VII международной научно-практической конференции «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Розвиток залізничного транспорту та корпоративне управління»*. К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 47-48.

91. Демченко М.А., Обертинська А.В. Інвестиційний розвиток підприємств колійного господарства. *Материалы VII международной научно-*

практической конференции «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Економіка залізничного транспорту». К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 76-77.

92. Познякова О.В., Пашинська Г.А. Підвищення ефективності роботи залізниці за рахунок поліпшення стану колійного господарства. *Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Економіка залізничного транспорту»*. К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 112-113.

93. Розпорядження кабінету міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року. Київ, 2020. 46 с.

94. Дейнека О.Г., Познякова Л.О. Управління інноваційно-інвестиційним розвитком залізничного транспорту України. *Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»: «Розвиток залізничного транспорту та корпоративне управління»*. К.: ЭКУЖТ, 2012. С. 17-18.

95. Певзнер В.А. Влияние ширины колеи. *Путь и путевое хозяйство*. 1994. № 8. С. 36-40.

96. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2013 році. К.: 2014. 117 с

97. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2014 році. К.: 2015. 122 с

98. Аналіз стану безпеки руху в структурі ПАТ «Укрзаліниця» у 2015 році. К.: 2016. 140 с

99. Аналіз стану безпеки руху в структурі ПАТ «Укрзаліниця» у 2016 році. К.: 2017. 123 с

100. Аналіз стану безпеки руху в структурі ПАТ «Укрзаліниця» у 2017 році. К.: 2018.158 с

101. Аналіз стану безпеки руху в структурі АТ «Укрзаліниця» у 2018 році. К.: 2019. 162 с.

102. Даниленко Э. И., Молчанов В. Н., Даниленко Т. П. Изменяемость упруго-жесткостных характеристик бокового изгиба и кручения рельсовой нити в зависимости от соотношения колесных нагрузок $R_{\text{дин}}/N_{\text{дин}}$. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. Харків, 2018. Вип. 179. Стр. 66-82.

103. Даниленко Э. И. Расчет характеристик жесткости и упругости рельсовой нити при кручении под воздействием вертикальных и горизонтальных сил. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. Дніпропетровськ, 2016. № 5 (65). Стр. 79-91.

104. Даніленко Е.І., Твердомед В.М. Розрахунок поперечних горизонтальних сил, діючих на колію в кривих від рухомого складу, графо-аналітичним методом. *Збірник наукових праць ДЕГУТ. Серія: Транспортні системи і технології*. Київ, 2012. Вип. 21. С. 71-76.

105. Твердомед В. М., Возненко А. Д., Бойко В. Д. Розрахунок поперечних горизонтальних сил у кривих ділянках рейкової колії. *Збірник наукових праць ДЕГУТ. Серія «Транспортні системи і технології»*. Київ, 2016. Вип. 29. Стр. 134-142.

106. Даніленко Е.І., Карпов М.І., Молчанов В.М., Йосифович Р.М. Про необхідність внесення змін в існуючі нормативні допуски по ширині рейкової колії у прямих та кривих при впровадженні швидкісного руху поїздів на залізницях України. *Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України»*. Київ, 2014. № 2. Стр. 9-17.

107. Danilenko E.I. Calculation of Characteristics of Stiffness and Elasticity of Rail Threads when Torsion Under Combined Action of Vertical and Horizontal Forces. *Science and Transport Progress*. 2016. № 5 (65). P. 79-91.

108. Даниленко Э.И., Велинец В.П. Экспериментальные исследования характеристик горизонтальной поперечной жесткости и модуля упругости железнодорожного пути при различных конструкциях рельсовых креплений. *Железнодорожный транспорт Украины*. Киев, 2015. № 4. Стр. 3-11

109. Inesa Povilaitienė, Ipolitas Zenonas Kamaitis, Igoris Podagėlis. Influence

of Gauge Width on Rail Side Wear on Track Curves. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2006. Vol XII. No 3. P. 255–260

110. Kalle Karttunen. Influence of rail, wheel and track geometries on wheel and rail degradation. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy in Solid and Structural Mechanics. *Chalmers University of Technology*. 2015. 56 p.

111. Moody, Joanna Charlotte. Critical Speed Analysis of Railcars and Wheelsets on Curved and Straight Track. 2014. *Honors Theses*. 107 p.

112. Silvia Morales-Ivorra, Julia Irene Real, César Hernández, Laura Montalbán. Derailment risk and dynamics of railway vehicles in curved tracks: Analysis of the effect of failed fastener. *J. Mod. Transport*. 2016. Vol. 24(1). P. 38–47.

113. Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка технічних вказівок на використання старопридатних рейок довжиною 12.5 та 25 м в коліях КП «Харківський метрополітен»». Харків, 2016. 62 с.

114. Звіт про науково-дослідну роботу «Дослідження впливу параметрів фінішного рейкошліфування на розвиток домінуючих дефектів рейок метрополітену». Харків, 2016. 60 с.

115. Новіков В.В., Скорик О.О., Кравченко Ю.М., Овчинніков О.О. Техніко-економічна оцінка використання нових норм небезпечної ширини рейкової колії з проміжними рейковими скріпленнями типу КБ-65 в безстиковій колії з залізобетонними шпалами на залізницях України. *Тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 65-66.

116. Новіков В. В., Штомпель А.М., Скорик О.О., Кравченко Ю.М., Коростельов Є.М. Визначення рівня поодинокого виходу рейок у дефектні за показником їх надійності. *Тези доповідей 7-ої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. С. 73-74.

117. Новіков В.В., Скорик А.А., Панченко С.В. Исследование условий

распора колеи со скреплениями типа КБ и его влияние на определение опасной ширины рельсовой колеи. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 178. С. 14-20.

118. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. Учебное пособие. 3-е изд. доп. и перераб. Харьков: Вища школа, 1983. 224 с.

119. Исследование работы новых конструкций пути под воздействием подвижного состава. Копия отчета по НИР / под ред. Эрадзе Д.Г., Солдатов А.А. Москва, 1980.

120. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість / під ред. Даніленко Е.І. К.: Транспорт України, 2006. 168 с.

121. Даніленко Е.І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом. Підручник для ВНЗ (у 2-х томах). К.: Інпрес, 2010.

122. Проектування і розрахунки конструкцій залізничної колії / за ред. Даніленко Е.І. Підручник для ВНЗ (у 2-х томах). Т. 1. К.: «Хай-Тек Прес», 2019. 344с.

123. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії: ЦП-0236. Дніпропетровськ: Арт_Прес, 2010. 44 с.

124. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. 599 с.

125. Даніленко Е.І., Костюк М.Д., Жученко О.М. Сучасні рейкові пружні скріплення і особливості вимог до вітчизняних скріплень на залізобетонних шпалах. *Залізничний транспорт України*. 2002. №6. С. 3-12.

126. Даниленко Э.И. Об оптимизации размерных соотношений в паре «колесо-рельс». *Залізничний транспорт України*. 2006. №6. С. 58-59.

127. Даніленко Е.І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом. Підручник для ВНЗ (у 2-х томах). К.: Інпрес, 2010. Т.1. 528 с. Т.2. 456 с.

128. Проектування і розрахунки конструкцій залізничної колії.

Академічний курс (у 2-х томах). Підручник / за заг. ред. д.т.н., проф. Даніленко Е.І. К.: «Хай-Тек-Прес». Т.1. 2019. 344 с. Т.2. 2020. 552 с.

129. Vadym Novikov, Anatolii Shtompel, Oleksii Skoryk, Yuliia Kravchenko, Yevhen Korostelov. Determination of the level of separate rail failure using the indicator of their reliability. Transbud-2018. *MATEC Web of Conferences*, 2018. 230.01016.

130. Новіков В. В. Напрямки практичного використання експериментальноотриманих функціональних залежностей величин бічного відтискання головки рейки від колеса рухомого складу. *Тези доповідей 78-ої міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»*. Харків: УкрДУЗТ, 2016. С. 71.

131. Новіков В. В., Белорусов О. І. Дослідження факторів впливу на величину максимального небезпечного розміру ширини рейкової колії. *Тези доповідей 67-ої міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна, 2007. С. 167–168.