

^{1*}Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010 Дніпропетровськ, Україна, тел./факс. +380563731542, ел. пошта irina_bondarenko@ua.fm, ORCID 0000-0003-4717-3032

ФОРМУВАННЯ ОЦІНОЧНИХ УМОВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ДЕФОРМАТИВНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ЗА УМОВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАЛІЗНИЦЬ

Мета. Метою даного дослідження є обґрунтування меж технічних станів залізничної колії відповідно станам надійності, для можливості сформування нормативної бази з надійності та функціональної безпеки залізничної колії України. **Методика.** Для досягнення мети дослідження використано методи аналізу технічних станів для елементів та конструкції колії характерних для умов експлуатації залізниць на Україні. **Результати.** Визначено відповідність технічних станів елементів та конструкції колії станам надійності за існуючими нормами. Ці стани базуються на оцінці станів коліє за результатами колієвимірної стрічки. Стан кожного елементу конструкції колії впливає на її деформативну роботу, але досі відсутні норми які б пов'язували стан елементів колії зі станом колії за колієвимірними стрічками. Обґрунтовано причини за якими межі не встановлено та з'ясовано які дослідження необхідно провести для їх встановлення. **Наукова новизна.** Розроблено класифікацію станів надійності залізничної колії за допустимими відхиленнями при влаштуванні й утриманні рейкової колії. Встановлено необхідність нормування технічних станів баластної призми та земляного полотна для розробленої класифікації. **Практична значимість.** Укрзалізниця є одним із засновників Ради із залізничного транспорту держав-учасників Співдружності. Останнім часом цей орган видав міждержавний стандарт ГОСТ 32192-2013 «Надежность железнодорожной техники. Основные понятия термины и определения» та на його основі розробив новий міждержавний стандарт «Безопасность функциональная железнодорожной техники. Термины и определения». Та Укрзалізниця є членом організації співпраці залізних доріг міжнародного союзу залізничного транспорту де встановлено в усіх транспортних галузях норми з надійної та безпечної роботи залізниць. Дане дослідження допоможе впровадженню даних стандартів на залізницях України, забезпечить підвищення інформаційної ефективності в розглянутій сфері, забезпечуючи взаєморозуміння, єдність подання і сприйняття інформації, в тому числі, в договірно-правових відносинах суб'єктів господарської діяльності один з одним, органами влади, в міждержавних науково-технічних і торговельно-економічних відносинах.

Ключові слова: стан надійності колії, технічний стан колії, елементи колії, конструкція колії, нормативно-технічна та конструкторська документація, норми улаштування та утримання.

Введення

Надійна робота залізниць передбачає сумісну надійну роботу конструкції колії, технічних пристроїв і технічного персоналу, що виконує контроль та виконання робіт. Весь процес надійної роботи колії відповідає нормативно-правовим, організаційно-розпорядним, організаційно-технологічним та технічним вимогам.

Надійна робота конструкції колії передбачає як надійну роботу кожного елементу окремо, так і надійну роботу системи з цих елементів. Тобто, необхідно на базі норм стосовно стану кожного елементу мати базу норм стосовно стану системи з цих елементів, яка є базою для розробки критеріїв, дотримання яких забезпечують надійну роботу колії.

Таким чином, щоб провести аналіз існуючих методів оцінки стану рейко-шпальної решітки залізничної колії необхідно проаналізувати нормативну базу її елементів, нормативну базу

рейко-шпальної решітки та розглянути критерії, що встановлюють стан елементів та рейко-шпальної решітки як системи з цих елементів.

Але жоден норматив, що стосується залізничної колії не містить технічного описання що розкриває поняття стану з точки зору надійності для системи елементів.

Мета

Метою даного дослідження є обґрунтування меж технічних станів елементів та конструкції колії відповідно станам надійності.

Методика

Терміни й визначення основних понять теорії надійності для використання в науці та техніці встановлені чинними стандартами [7-11].

За класифікацією основних понять теорії надійності існує шість станів: справний, не-

справний, працездатний, частково працездатний, непрацездатний та граничний.

Технічно стани елементів конструкції колії описані для рейок у [6, 13, 15...17], для скріплень - [6, 12, 13, 17, 22], для шпал - [5, 6, 13, 16, 17, 22], для баластного шару - [4, 6, 13, 16, 17], для земляного полотна - [3, 6, 12, 14, 16...18, 19].

Для елементів конструкції колії відсутні будь-які складнощі зі встановленням відповідності станам надійності. Тобто відповідність за вимогами нормативно-конструкторських критеріїв встановлюється справний та несправний стани: для рейок визначають за [13, 16], для скріплень - [13, 14, 22], для шпал - [4, 6, 13, 16, 22], для баластного шару - [5, 6, 13, 17, 18, 17, 19], для земляного полотна - [3, 6, 13, 14, 16, 17...19].

За вимогами улаштування та утримання встановлюються працездатний, частково працездатний, непрацездатний та граничний стани.

Для самої рейко-шпальної решітки як системи, стани описані у [6, 14, 17, 20, 21]. Але з класифікацією виникають складнощі, так як, наприклад, залежно від швидкостей руху змінюються вимоги до елементів стосовно станів, тобто, наприклад, вимоги до працездатного стану колії за станом рейок для першої категорії відрізняється від працездатного стану колії для тієї ж категорії при швидкостях руху 101-120, 121-140, 141-160, 161-200 км/год. Справний стан колії за станом рейок для першої категорії відрізняється від справного стану п'ятої категорії так як при першій категорії колії укладаються нові рейки, а при п'ятій – старопридатні.

Таким чином необхідно чітко класифікувати стани колії за станами елементів колії та за показниками колієвимірної стрічки.

Розглянемо відповідність станам надійності вимоги класифікації колії за категоріями.

Згідно з [17] справний та несправний стани рейко-шпальної для швидкісної, першої, другої, третьої та четвертої, з вантажонапруженістю більше 30 млн. т. км. бруто на км. за рік, решітки визначають як для її елементів, тобто за вимогами нормативно-конструкторської документації.

Для четвертої, з меншою вантажонапруженістю, п'ятої, шостої та сьомої категорій колії справний та несправний стани визначаються за вимогами улаштування та утримання.

Але для всіх категорій колії за вимогами улаштування та утримання встановлюються

працездатний, частково працездатний, непрацездатний та граничний стани.

До основного параметру за яким встановлено класифікації технічного стану елементів та конструкції колії є швидкість руху. Допустимі швидкості руху пасажирських та вантажних поїздів встановлюються за геометричними обрисами як в навантаженому так і в ненавантаженому станах, тому вони і повинні бути прийнятими для визначення меж технічних станів конструкції колії відповідних станам надійності.

Що стосується стану баластної призми, то стан надійності повинен включати не тільки геометричні обриса, а й її забрудненість.

Окрім того, в нормативній літературі існує проблема з визначенням стану земляного полотна, так як застосований термін «здорове» земляне полотно [1, 2] відповідає модулю пружності підрейкової основи значенням 50 МПа влітку та 75-80 МПа взимку, які застосовано:

- при визначенні напружень в елементах колії [16];
- при розрахунках умов укладання рейкових плітей безстикової колії [20];
- при визначенні допустимих швидкостей руху [16];
- при визначенні епюри шпал в конструкції колії [17].

Таким значенням модуля пружності залізнична колія відповідає, якщо її ділянки розташовані на земляному полотні з модулем деформації більше ніж 40 МПа, тобто, земляне полотно складається або зі скельних ґрунтів, або з сухих, ущільнених за нормами [6]:

- супісків;
- легких суглинків;
- середніх глин;
- важких глин.

В інших випадках, модуль пружності не відповідає вхідним умовам зазначених розрахунків.

Таким чином, щоб виконати умови міцності та стійкості необхідно привести стан колії до виконання умов ПТЕ (нормувати жорсткість колії як це застосовано на залізницях Європи, [24]).

Значення фактичного модуля пружності підрейкової основи колії в літку для конструкцій, зазначених в ЦП-0113, коливається в межах 7,4...69,6 МПа.

Значення середнього модуля пружності приблизно 27 МПа. Необхідно розуміти, що це майже у два рази (1,85) нижче, ніж потрібно за вихідними умовами, тому наслідками будуть

збільшення коливань колії під впливом рухомого складу, в середньому, в вертикальній площині на 67%, і в горизонтальній – на 24%.

Таким чином, враховуючи зазначене, забезпечити безвідмовність колії на рівні, що встановлено за критеріями [17] при зазначеному в них ресурсі (пропущеному тоннажі, або кількості років) між модернізаціями, посиленими капітальними та капітальними ремонтами без додаткових вкладень, не передбачених міжремонтними схемами та поточним утриманням, не можливо.

Для недопущення надмірних силових дій на колію, тобто, при виконанні умов утримання колії і рухомого складу в справному та несправному, але працездатному стані не було додаткових силових впливів в системі колія-екіпаж-колія, лише можливо при умові рівно пружності колії. Таким чином, необхідно, щоб навіть у несправному стані, жорсткість колії була на одному рівні по своєму протязі, і не мала через це додаткові поштовхи від рухомого складу.

З цією причиною при впровадженні швидкісного та високошвидкісного руху пропонують впоратись тільки за рахунок розділення потоків поїздів. Так, враховуючи різний вплив на колію вантажних та пасажирських поїздів: при перших коливання більш амплітудні з меншою частотою на малій відстані – короткі хвилі з великою амплітудою, при других вібраційні (менш амплітудні та з більшою частотою) на великих довжинах – довгі хвилі з маленькими амплітудами, - це дасть ефект, який не значно вплине на показники надійності безвідмовність та довговічність без усунення основної причини – накопичення залишкових деформацій при експлуатації не міцної, не стійкої, не рівнопружної колії.

Також вважається, що розподілення потоків поїздів призведе до утримання встановлених нормативів по розмірах та геометричних окресленнях колії в межах допустимих значень протягом тривалої експлуатації, тобто, дотримання колії в працездатному стані з максимальним значенням коефіцієнта технічного використання колії.

Але запропонований захід зніме проблему тільки частково. Так як при не дотриманні умов міцності, стійкості та надійності колії потрібно змінювати технологію поточного утримання колії, а саме вилучення будь-яких робіт, що передбачають локальну підбивку колії, так як ці роботи передбачають зменшення пружності колії до проходу 140 млн.т.км.бр: при пропущеному тоннажі до 25 млн.т.км.бр шпалопід-

бійками на 50-60%, а машинами на 35-25%, при пропущеному тоннажі 26-140 млн.т.км.бр - на 25-20%, що сприяє збільшенню інтенсивності локальних залишкових деформацій, які суперечать вимозі по недопущенню надмірних силових дій на колію та відповідності умовам міцності і стійкості на тривалий період експлуатації.

Таким чином, необхідно встановити стани підшпальної основи та пов'язати їх зі станами колії.

Результати

Технічне поняття надійності ґрунтується на знаннях:

- 1) безвідмовності з точки зору:
 - всіх можливих видів системних відмов в залежності від особливостей застосування та зовнішнього середовища;
 - ймовірності виникнення кожної відмови або, як альтернатива, інтенсивності виникнення кожної відмови;
 - вплив відмови на функціональні можливості системи;
- 2) ремонтпридатності з точки зору:
 - часу виконання запланованого технічного обслуговування;
 - часу виявлення, розпізнавання та локалізації несправностей;
 - часу відновлення системи що відмовила (позапланове технічне обслуговування);
- 3) довговічності з точки зору:
 - критеріїв граничного стану системи;
 - середнього терміну служби системи;
- 4) експлуатації та технічного обслуговування з точки зору:
 - усіх можливих режимів експлуатації і необхідності технічного обслуговування в процесі життєвого циклу системи;
 - питань людського фактору.

Так, на основі нормативної літератури, у розділі методика, в табл. 1 наведено класифікації технічних станів залізничної колії за станами надійності.

Дані, що наведені в табл. 1 повністю відображають стани надійності колії в залежності від швидкості рухомого складу як для конструкції зібраної з нових, так і старопридатних елементів колії. Але на швидкість руху впливають і геометричні параметри елементів, наприклад, зноси рейок за якими вони вважаються дефектними. І якщо старопридатні рейки лежать у колії, тоді наявність навіть допустимого зносу не впливає на ширину колії, так як вони покладені іншим кантом, але впливають на прогин рейки

під навантаженням, за рахунок зменшення площі опору. Таким чином, допустимі відхилення старопридатних елементів конструкції

вибирають запас міцності, стійкості та надійності і потребують компенсацію за рахунок характеристик піщальної основи.

Таблиця 1

Класифікація станів надійності залізничної колії за допустимими відхиленнями при влаштуванні й утриманні рейкової колії

Швидкість пасажирських / вантажних поїздів, км/год.	Справний стан	Несправний стан	Частково працездатний	Непрацездатний стан
Допуски по ширині колії, мм				
>140-160/ >80-120	+5, -3	-	-	+6, -4
>120-140/ >80-120	+8, -4	+9, -5	+21, -9	+29,-11
≤ 120/ ≤ 80	+8, -4	+9,-8	+21, -9	+29,-11
Норми відведення ширини колії, мм/м				
>140-160/ >80-120	1/1	1/1,01	1/1,25	1/2,5
>120-140/ >80-120	1/1	1/1,01	1/1,5	1/2,5
>80-120/ >60-80	1/1	1/1,01	1/1,75	1/2,5
≤ 80/ ≤ 60	1/1	1/1,01	1/2	1/2,5
Допустимі відхилення по взаємному положенню рейкових ниток по висоті, мм				
Осідання				
>140-160/ >80-120 двосторонні односторонні	4	5,5	6	45
	6	8	10	45
>80-140/ >60-120	10	11	21	45
≤ <80/ ≤ 60	10	11	26	45
Перекося				
>140-160/ >80-120 (на довжині 10 м)	8	9	16	50
>120-140/ >80-120 (на довжині 20 м)	8	9	16	50
≤ 120/ ≤ 80 (на довжині 20 м)	8	9	17	
Різниця в суміжних стрілах вигину (мм), заміряних у середині хорди завдовжки 20 м у кругових кривих				
>140-160/ >80-120	3	4	5	10
>120-140/ >80-120	5	6	8	10
≤ 80-120/ ≤ 60-80	8	9	10	10
Найбільше відхилення від рівномірного наростання стріл на перехідних кривих				
>140-160/ >80-120	2	3	4	90
>120-140/ >80-120	3	4	5	90
>80-120/ >60-80	5	6	10	90
≤ 80/ ≤ 60	10	11	26	90
Номінальна відтань (м) між осями шпал ланкова/безстикова колії				
>140-160/ >80-120	±0,01	-	±0,02	-

Швидкість пасажирських / вантажних поїздів, км/год.	Справний стан	Несправний стан	Частково працездатний	Непрацездатний стан
$\leq 140/ \leq 120$	$\pm 0,07/0,03$	-	$\pm 0,08/0,04$	-
Крутизна відведення підвищення зовнішньої рейки, мм/м				
$>140-160/ >80-120$	0,4	0,5	0,7	4,5
$>120-140/ >80-120$	0,7	0,9	1,0	4,5
$>80-120/ >60-80$	0,7	1,3	1,4	4,5
$\leq 80/ \leq 60$	1,4	1,8	1,9	4,5
Допустимі нерівності на поверхні кочення рейок в зварних стиках (чисельник), на решті протяжності (знаменник), мм				
$>140-160/ >80-120$	0,3/0,3	0,5/0,7	1/	6/4
$>120-140/ >80-120$	0,5/0,7	1/1	1/2	6/4
$\leq 120/ \leq 80$	1/1	2/2	2/3	6/4
Норми і допуски влаштування нахилу рейок				
$>140-160/ >80-120$	1/20	-	-	min 1/40 max 1/12
$\leq 140/ \leq 120$	1/20	-	-	min 1/60 max 1/12
Глибина хвилеподібної нерівності або вибоїни, мм				
$>140-160/ >80-120$	1,0	1,9	2,0	4,0
$>120-140/ >80-120$	1,0	1,5	2,0	4,0
$\leq 120/ \leq 80$	2,0	2,5	3,0	4,0
Провисання кінців (мм), включаючи зминання і сідловину				
$>140-160/ >80-120$	0,8	0,9	1,0	6,0
$>120-140/ >80-120$	0,9	1,0	2,0	6,0
$>80-120/ >60-80$	1,9	2,0	3,0	6,0
$\leq <80/ \leq 60$	2,9	3,0	4,0	6,0

Для визначення меж станів підшпальної основи необхідно провести розрахунки по визначенню параметрів деформативності колії. Можлива сукупність технічних характеристик баластного шару та земляного полотна будуть визначені за межами класифікації станів рейкошпальної решітки наведеною в табл. 1 та за допустимими швидкостями руху поїздів на ділянках колії з дефектними шпалами та скріпленнями, а також з кушовою непридатністю шпал чи скріплень за [18].

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна. Розроблено класифікацію станів надійності залізничної колії за допустимими відхиленнями при влаштуванні й утриманні рейкової колії. Встановлено необхідність

нормування технічних станів баластної призми та земляного полотна для розробленої класифікації.

Практична значимість. Укрзалізниця є одним із засновників Ради із залізничного транспорту держав-учасників Співдружності та членом ОСЗД. Останнім часом ці органи видали [25] та міждержавний стандарт ГОСТ 32192-2013 «Надежность железнодорожной техники. Основные понятия термины и определения» та на його основі розробив новий міждержавний стандарт «Безопасность функциональная железнодорожной техники. Термины и определения». Дане дослідження допоможе впровадженню даних стандартів на залізницях України, забезпечить підвищення інформаційної ефективності в розглянутій сфері, забезпечую-

чи взаєморозуміння, єдність подання і сприйняття інформації, в тому числі, в договірно-правових відносинах суб'єктів господарської діяльності один з одним, органами влади, в міждержавних науково-технічних і торговельно-економічних відносинах.

Висновки

Одним з нових аспектів процесу взаємодії колії та рухомого складу є рішення задач надійності та функціональної безпеки колії. Враховуючи, що українські залізниці не мають нормативних документів із цих сфер, напрямок досліджень є актуальним.

Аналіз нормативної бази з нормативно-технічною та конструкторською документацією залізничної колії та її елементів допоміг визначитись з

- технічними станами конструкції колії для розробки класифікації станів надійності залізничної колії;

- необхідністю встановлення технічних станів баластної призми та земляного полотна через параметри деформативності колії.

Загальні матеріали, що наведені в статті дають змогу перейти до встановлення характеристик функціональної надійності колії, та залежностей які пов'язують між собою ці характеристики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко, І. О. Рекомендації щодо проектування конструкції нижньої будови колії / І. О. Бондаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2011. – Вип. 36. – С. 100–103.
2. Бондаренко, І. О. Щодо забезпечення якості проектування конструкції земляного полотна залізничної колії / І. О. Бондаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2011. – Вип. 37. – С. 120–123.
3. ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация. – Введ. 1995-04-19. – М. : Издво стандартов, 1995. – 32 с.
4. ГОСТ 78-2004. Шпалы деревянные для железных дорог рельсовой колеи. – Введ. 2004-05-26. – М. : Издво стандартов, 2004. – 8 с.
5. ГОСТ 7392-85. Щебень из природного камня для балластного слоя железнодорожного пути. – Введ. 1986-01-01. – М. : Издво стандартов, 1986. – 8 с.
6. ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту залізничної колії 1520 мм. – Введ. 2008-01-

26. – К. : Видавництво Міненергобуд, 2008. – 151 с.
7. Державний стандарт України ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення; надано чинності 1994-12-08. – К. : Держстандарт України, 1995. – 33 с.
8. Державний стандарт України ДСТУ 2864-94 Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення; надано чинності 1994-12-08. – К. : Держстандарт України, 1995. – 32 с.
9. Державний стандарт України ДСТУ 3004-95 Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними; надано чинності 1995-01-22. – К. : Держстандарт України, 1995. – 124 с.
10. Державний стандарт України ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунків показників надійності. Загальні вимоги; надано чинності 1994-12-08. – К. : Держстандарт України, 1995. – 39 с.
11. Державний стандарт України ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення; надано чинності 1994-12-28. – К. : Держстандарт України, 1995. – 91 с.
12. Інструкція зі складання та поточного утримання колії зі скріпленнями типу СКД65 ЦП-0199/ Наказ Мін. інфрастркт. України від 10 грудня 2008 р. № 534-Ц. – К. : Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2009. – 44 с.
13. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України ЦП-0269/ Наказ Мін. інфраструкт. України від 01 березня 2012 р. № 072-Ц. – К. : Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2012. – 456 с.
14. Інструкції з утримання земляного полотна залізниць України ЦП-0072/ Наказ Укрзалізниці від 08 травня 2001 р. № 256-Ц. – К. : Мінтрансп. і зв'язку України, Укрзалізниця. – 2001. – 104 с.
15. Класифікація та каталог дефектів і пошкоджень елементів стрілочних переводів на залізницях України. Класифікація та каталог дефектів і пошкоджень рейок на залізницях України ЦП-0284/ Наказ Мін. інфраструкт. України від 27 лютого 2013 р. № 050-Ц. – К. : Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2013. – 194 с.
16. Норми допустимих швидкостей руху рухомого складу по залізничних коліях державної адміністрації залізничного транспорту України шириною 1520 мм ЦП-0235/ Наказ Укрзалізниці від 14 грудня 2010 р. № 778-Ц. – К. :

- Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2010. – 53 с.
17. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України ЦП-0113/ Наказ Мін. трансп. та зв'язку України від 10 серпня 2004 р. № 630-ЦЗ. – К. : Мін. трансп. та зв'язку України, Укрзалізниця. – 2004. – 32 с.
 18. Правила улаштування основної площадки земляного полотна при виконанні капітального ремонту та модернізації колії ЦП-0204/ Наказ Укрзалізниці від 25 грудня 2008 р. № 557-Ц. – К. : Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2008. – 44 с.
 19. СН 449-72 Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог. – Введ. 1972–12–29. – М. : Издво стройиздат, 1983. – 114 с.
 20. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України ЦП-0266/ Наказ Укрзалізниці від 01 лютого 2012 р. № 033-Ц. – К. : Мін. інфраструктури України, Укрзалізниця. – 2010. – 57 с.
 21. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірвальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів
- И. А. БОНДАРЕНКО^{1*}

^{1*} Каф. «Путь и путевое хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010 Днепропетровск, Украина, тел./факс. +380563731542, ел. почта irina_bondarenko@ua.fm, ORCID 0000-0003-4717-3032

ФОРМИРОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ДЕФОРМАЦИОННОЙ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Цель. Целью данного исследования является обоснование границ технических состояний железнодорожного пути согласно состояниям надежности, для возможности создания нормативной базы по надежности и функциональной безопасности железнодорожного пути Украины. **Методика.** Для достижения цели исследования использованы методы анализа технических состояний для элементов и конструкции пути характерных для условий эксплуатации железных дорог на Украине. **Результаты.** Определено соответствие технических состояний элементов и конструкции пути состояниям надежности по существующим нормам. Эти состояния базируются на оценке состояний пути по результатам путеизмерительной ленты. Состояние каждого элемента конструкции пути влияет на его деформативную работу, но до сих пор отсутствуют нормы которые связывали бы состояние элементов пути с состоянием пути по оценке путеизмерительных лент. Обоснованно причины по которым границы не установлено и выяснено какие исследования необходимо провести для их установки. **Научная новизна.** Разработана классификация состояний надежности железнодорожного пути за допустимыми отклонениями при устройстве и содержании железнодорожного пути. Установлена необходимость нормирования технических состояний балластной призмы и земляного полотна для разработанной классификации. **Практическая ценность.** Укрзалізниця является одним из основателей Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества. В последнее время этот орган издал межгосударственный стандарт ГОСТ 32192-2013 «Надежность железнодорожной техники. Основные понятия термины и определения» и на его основе разработал новый межгосударственный стандарт «Безопасность функциональная железнодорожной техники. Термины и определения». И Укрзалізниця является членом организации сотрудничества железных дорог, Международного союза железнодорожного транспорта где установлено во всех транспортных отраслях нормы с надежной и безопасной работы железных дорог. Данное исследование поможет внедрению данных стандартов на железных дорогах Украины.

обеспечит повышение информационной эффективности в рассматриваемой сфере, обеспечивая взаимопонимание, единство представления и восприятия информации, в том числе, в договорно-правовых отношениях субъектов хозяйственной деятельности друг с другом, органами власти, в межгосударственных научно-технических и торгово-экономических отношениях.

Ключевые слова: : состояние надежности пути, техническое состояние пути, элементы пути, конструкция пути, нормативно-техническая и конструкторская документация, нормы устройства и содержания.

I. O. BONDARENKO^{1*}

^{1*} Department of Railway track and Track facilities, The Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Lazaryan st. 2, 49010, Dnepropetrovsk, Ukraine, tel./fax +380563731542, e-mail: iri-na_bondarenko@ua.fm, ORCID 0000-0003-4717-3032

BY MODELING OF ISSUES LIFE CYCLE DEFORMATION WORK OF THE ELEMENTS RAILWAY TRACK

Purpose: The purpose of this research is to study the technical limits of the railway track under reliability status, to enable the formation of a regulatory framework for reliability and functional safety of railway track in Ukraine.

Methodology. To achieve the objectives of the research methods used for the analysis of the condition and design elements typical of the way the conditions of operation of the railways in Ukraine.

Results: Accordance technical states of elements and structures built reliability status under existing regulations. These conditions are based on the assessment of the results of rut track dimensional tape. The status of each element of the track design affects its deformation work, but still there are no rules that would state the elements associated with the state of the track by track rut measurable ribbons. Reasonable grounds on which the limits are not set and found that it is necessary to study for their installation. **Findings.** The classification of the trust status of a railway way for tolerances in the device and the contents of the railway track. The necessity of the valuation of technical states ballast and subgrade for the developed classification. **Practical value.** UZ is a founding member of the Council for Rail Transport of the Commonwealth. Recently, this body issued interstate standard GOST 32192-2013 "Reliability of railway equipment. Basic concepts and definitions of the terms "and on this basis developed a new interstate standard" Security functional railway equipment. Terms and definitions ". But UZ is a member of the cooperation of railways, international union of railway transport is running in all areas of transport rules with reliable and safe operation of railways. This study will help the implementation of these standards on the railways of Ukraine, will improve the efficiency of the information in this sphere, providing mutual understanding and unity of presentation and perception of information, including in-contractual legal relations of economic agents with each other, authorities in international scientific -Technical and trade and economic relations.

Keywords: state path reliability, technical condition the way the elements of the path, the path construction, regulatory, technical and design documentation, unit standards and content.

REFERENCE

1. Bondarenko, I. O. Rekomendatsii shchodo proektuvannia konstrukttsii nyzhnoi budovy kolii [Recommendations for the design of permanent way design the bottom]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2011, issue 36, pp. 100-103.
2. Bondarenko I. O. Rekomendatsii shchodo proektuvannia konstrukttsii nyzhnoi budovy kolii [Recommendations for the design of permanent way design the bottom]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2011, issue 37, pp. 120-123.
3. *GOST 25100-95. Grunty. Klassifikatsiya*. [State Standard 25100-95. Soils. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 1995. 32 p.
4. *GOST 25100-95. Shcheben iz prirodnogo kamnya dlya ballastnogo sloya zheleznodorozhnogo puti*. [State Standard 25100-95. Crushed stone from a natural stone for a ballast layer of rail ways]. Moscow, Standartinform Publ., 1985. 8 p.
5. *GOST 78-2004. Shpaly derevyannye dlya zheleznykh dorog relsovoy kolei*. [State Standard 78-2004. Wooden sleepers for railway]. Moscow, Standartinform Publ., 2004. 8 p.
6. *DBN V.2.3-19-2008. Sporudy transportu zaliznychnoi kolii 1520 mm*. [State Standard B.2.3-19-2008. Transport facilities of railway track 1520 mm]. Kyiv, Minenergybuilding Publ., 2008. 151 p.
7. *DSTU 2860-94. Nadiinist tekhniki. Terminy ta vyznachennia*. [State Standard 2860-94. Reliability engineering. Terms and definitions]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1995. 91 p.

8. DSTU 2861-94. Nadiinist tekhniky. Analiz nadiinosti. Osnovni polozhennia. [State Standard 2860-94. Reliability engineering. Reliability analysis. The main provisions]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1995. 33 p.
9. DSTU 2862-94. Nadiinist tekhniky. Metody rozrakhunkiv pokaznykiv nadiinosti. Zahalni vymohy. [State Standard 2860-94. Reliability engineering. Methods of calculation of reliability indices. General requirements]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1995. 39 p.
10. DSTU 2864-94. Nadiinist tekhniky. Eksperymentalne otsiniuvannia ta kontrol nadiinosti. Osnovni polozhennia. [State Standard 2860-94. Reliability engineering. Experimental evaluation and control reliability. The main provisions]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1995. 32 p.
11. DSTU 3004-95. Nadiinist tekhniky. Metody otsinky pokaznykiv nadiinosti za eksperymentalnymy danymy. [State Standard 2860-94. Reliability engineering Methods for assessing the reliability indices from experimental data]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Publ., 1995. 124 p.
12. *Instruktsii z utrymannia zemlianooho polotna zaliznyts Ukrainy. TsT-0072* [Instructions for the maintenance of the roadbed for-liznyts Ukraine. TsT-0072]. Kyiv, Ukr railways, 2001. 104 p.
13. *Instruktsiia z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy. TsT-0269* [Instructions for ordering and maintenance of track of railways of Ukraine. TsT-0269]. Kyiv, Ukr railways, 2012. 456 p.
14. *Instruktsiia zi skladannia ta potochnooho utry-mannia kolii zi skriplenniamy typu SKD65. TsT-0199* [Instructions for the assembly and maintenance of the current track staple type SKD65. TsT-0199]. Kyiv, Ukr railways, 2009. 44 p.
15. *Klasyfikatsiia ta katalog defektiv i poshkodzen elementiv strilochnykh perevodiv na zaliznytsiakh Ukrainy. Klasyfikatsiia ta katalog defektiv i poshkodzen reiok na zaliznytsiakh Ukrainy. TsT-0284* [Classification and catalog of defects and poshko-Jenie elements turnouts in the hall-znytyah Ukraine. Classification and catalog of de-rail defects and damage to the railways of Ukraine. TsT-0284]. Kyiv, Ukr railways, 2013. 194 p.
16. *Normy dopustymykh shvydkostei rukhu rukhomoho skladu po zaliznychnykh koliiakh derzhavnoi administratsii zaliznychnoho transportu ukrainy shyrynoi 1520 mm. TsT-0236* [Norms of permissible speeds of rolling stock for railways state administration of railway Ukrainian transport 1520 mm. TsT-0235]. Kyiv, Ukr railways, 2010. 53 p.
17. *Polozhennia pro provedennia planovo-zapobizhnykh remontno-koliinykh robot na zaliznytsiakh Ukrainy. TsT-0113* [Regulations on planned preventive repair and track work on the railways Borderland. TsT-0113]. Kyiv, Ukr railways, 2004. 32 p.
18. *Pravyla ulashtuvannia osnovnoi ploshchadky zemlianooho polotna pry vykonanni kapitalnooho remontu ta modernizatsii kolii. TsT-0204* [Rules of arrangement the basic platform subgrade when performing overhaul and upgrade path. TsT-0204]. Kyiv, Ukr railways, 2008. 44 p.
19. *SN 449-72 Ukazanyia po proektyrovanyiu zemlianooho polotna zheleznykh y avtomobylnykh doroh* [Building norms. CH 449-72 Design information subgrade railways and roads]. Moscow, Sroizdat Publ., 1983. 114 p.
20. *Tekhnichni vkazivky po ulashtuvanniu, ukladanniu, remontu i utrymanniu bezstykovo kolii na zaliznytsiakh Ukrainy. TsT-0266* [Technical guidelines on the device of, styling, maintenance of welded track on the railways of Ukraine. TsT-0266]. Kyiv, Ukr railways, 2010. 57 p.
21. *Tekhnichni vkazivky shchodo otsinky stanu reikovo kolii za pokaznykamy koliiemyriuvalnykh vahoniv ta zabezpechennia bezpeky rukhu poizdiv pry vidstupakh vid norm utrymannia reikovo kolii. TsT-0267* [Technical guidelines for assessment of rail track on indicators Track geometry car and ensure traffic safety during the retreat from the norms of maintenance of rail track. TsT-0267]. Kyiv, Ukr railways, 2012. 32 p.
22. *Tekhnichni vkazivky shchodo provedennia vkhidnooho kontroliu pryimannia materialiv verkhnoi budovy kolii. TsT-0192* [Technical instructions for carrying out the control input receiving material overhead structure gauge. TsT-0192]. Kyiv, Ukr railways, 2008. 90 p.
23. Corrigendum to Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on safety on the Community's railways. Official Journal of the European Union L 164 of 30 April 2004.
24. ORE 1983 Report № 28 Optimum Adoption of the Conventional Track, In Question D117 - Desing Charts for the Track/Foundation System. Report D117/RP 28. Office for Research and Experiments, International Union of Railways, Utrecht (The Netherlands).
25. Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) - Part 3: Guide to the application of IEC 62278 for rolling stock RAM. International Electrotechnical Commission (The Switzerland).

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна), д.т.н., проф. Д. В. Лаухінім (Україна)

Поступила в редколлегию 30.10.2014

Принята к печати дд.мм.2014