

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ СТРІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ

В даній статті зроблено кількісний аналіз конструкцій стрілочних переводів, визначено показники експлуатаційної надійності роботи стрілочних переводів та проаналізовано середні напрацювання стрілочних переводів за різними критеріями.

Ключові слова: конструкція стрілочних переводів, надійність в експлуатації, статистична вибірка

В данной статье сделан количественный анализ конструкций стрелочных переводов, определены показатели эксплуатационной надежности работы стрелочных переводов и проанализированы средние наработки стрелочных переводов по разным критериям.

Ключевые слова: конструкция стрелочных переводов, надежность в эксплуатации, статистическая выборка

In this article the quantitative analysis of constructions of switches is done, the indices of operating reliability of work of switches are determined and the accrued operating times of switches by the different criteria are analyzed.

Keywords: switch construction, reliability in service, statistical sample

Вступ

Споруди та пристрої залізниць мають відповідати вимогам, які забезпечували б пропуск поїздів з найбільшими встановленими швидкостями, а запобігання появі несправностей та забезпечення довгострокової служби споруд і пристроїв мають бути головним у роботі осіб, які відповідають за їх утримання [1, 2].

За даними служб колії залізниць України певна кількість стрілочних переводів та їх елементів мають малі терміни служби або недостатньо якісно виконують свої функції. Для недопущення використання та впровадження недостатньо якісних конструкцій розроблено відповідну форми обліку випадків неякісної їх роботи та методику обробки статистичного матеріалу і його аналізу.

Своєчасне прийняття рішення щодо доцільності продовження використання існуючих проектів стрілочних переводів та їх елементів та впровадження дослідних конструкцій дозволить суттєво зменшити витрати колійного господарства. Збільшення терміну служби стрілочних переводів тільки на 5 % надає економію понад 10 млн грн в рік.

Для вирішення зазначених питань необхідно проаналізувати роботу стрілочних переводів на залізницях України.

На залізницях України на даний час експлуатується понад 53,295 тис. стрілочних переводів та глухих пересічень. Більшість з них (98 %) – це поодинокі звичайні стрілочні переводи. В даному дослідженні приймають участь

всі основні конструкції стрілочних переводів, які експлуатуються на залізницях України.

Мета та задача статистичних досліджень

Метою випробувань є отримати експлуатаційні характеристики та причини відмов стрілочних переводів різних проектів та їх елементів.

Основним завданням статистичних випробувань є визначення реального стану та характеристик стрілочних переводів на всіх напрямках мережі залізниць України.

На підставі статистичних даних визначаються показники експлуатаційної стійкості різних, найбільш розповсюджених та дослідних проектів стрілочних переводів.

Кількісний аналіз стрілочних переводів, які експлуатуються на залізницях України та основні напрямки експлуатаційної стійкості роботи стрілочних переводів

Кількісний аналіз здійснюється для отримання вибірки стрілочних переводів, які експлуатуються на залізницях України. Ця вибірка складала 25724 стрілочних переводів і береться за 100 %. В дану вибірку увійшли дані по стрілочним переводам, які лежать в колії та ті, які були вилучені станом на 01.01.2010 р. протягом 2008 та 2009 рр.

В головних коліях знаходиться 38,04 % переводів, в приймально-відправних коліях 29,34 %, решта на інших. Основними стрілоч-

ними переводами в залежності від його типу є переводи типу Р65, яких всього є 72 %. При цьому в головних коліях знаходиться 92,5 % переводів типу Р65 від загальної кількості переводів головних колій, або 35 % типу Р65 від загальної кількості всіх переводів.

Переважаючою маркою стрілочних переводів є марка 1/11, яких експлуатується 61 %, з них переводи типу Р65 складають 51 %. З маркою 1/9 укладено 35 % переводів, з них 15 % це типу Р65. В головних коліях 82 % це переводи марки 1/11.

Підрейкова основа переводів – це залізобетонні (53 %) та дерев'яні (47 %) бруси. Крім того близько 13% переводів вкладено на шпалах. На залізобетонних брусах в головних коліях знаходиться 82 % переводів. З них майже 90 % це переводи типу Р65.

З кількісного аналізу розподілу стрілочних переводів можна зробити висновок, що найбільш поширеним (перш за все в головних коліях) є переводи типу Р65 М1/11 на залізобетонних брусах.

Згідно звітної документації на початок 2010 року дефектність усіх стрілочних переводів становить близько 13 % та кількість відмов їх елементів поступово збільшується. Дефектність переводів в головних коліях становить 15 %. Крім цього, фактичний середній термін служби елементів стрілочних переводів (стрілки та хрестовини) для деяких проектів значно нижчий нормативного терміну служби, який повинен забезпечуватись конструкцією, технологією й експлуатацією, у межах якої виріб не повинен досягати граничного стану. Однак за даними існуючої звітної документації майже не можливо визначити, які дефекти переважають та в яких конструкціях переводів.

Використання статистичних методів дослідження, що опираються на теорію надійності дозволить отримати такі важливі показники як середнє напрацювання до відмови елементів стрілочних переводів та визначити основні причини вилучення елементів стрілочних переводів по дефектам. Це дозволить порівняти їх з гарантійними та нормативними термінами напрацювання та зробити висновки, щодо якісної роботи стрілочних переводів в залежності від проекту стрілочного переводу та умов експлуатації.

На основі цього визначаються основні напрямки експлуатаційної стійкості роботи стрілочних переводів: створення напівавтоматизо-

ваної форма обліку, яка дозволить розширити діапазон досліджень (в подальшому таку напівавтоматизовану форму в комплекті «АСУ-колія» можна використовувати в технічних відділах дистанції колії, для покращення якості інформації у формах обліку та скорочення їх оформлення); встановлення перспективних проектів стрілочних переводів основних заводів-виробників, які мають не менше нормативного терміну служби чи ресурсу для певних умов експлуатації; визначення для заводів-виробників стрілочної продукції основних напрямків покращення їх конструкції, що дозволить зменшити витрат колійного господарства і підвищити безпеки руху поїздів по стрілочним переводам; визначення напрямків зменшення кількості відмов стрілочних переводів та їх елементів, що дозволить зменшити експлуатаційних витрат залізниці; визначення показників, на основі яких можна ефективно планувати поставок певних марок стрілочної продукції, що дозволить раціонально розподілити кошти та забезпечити безпечний пропуск поїздів із урахуванням експлуатаційних умов.

Форма первинного обліку стану та роботи стрілочних переводів

Дослідження експлуатаційної стійкості роботи стрілочних переводів виконується на основі розробленої методики оцінки експлуатаційної надійності стрілочних переводів і їх елементів, яка приведена в [9].

Первинний облік щодо стану та роботи стрілочних переводів виконується на підставі встановлених звітних та облікових форм та таблиць паспорту дистанцій колії [3 – 5].

Враховуючи одноразове (на рік) заповнення облікових та звітних форм найбільш придатною існуючою формою з даними для визначення експлуатаційної стійкості елементів стрілочних переводів є форма ПУ-6. Однак ця форма потребувала деяких змін та доповнень, які були враховані при розробці напівавтоматизованої форми обліку роботи стрілочних переводів. Для цього було зроблено реєстр проектів стрілочних переводів та визначено набір інформації, яка повинна бути по кожному фактору форми ПУ-6.

ДНУЗТом розроблено напівавтоматизовану форму обліку ПУ-6 у форматі Microsoft Excel, яка наповнена даними з основних проектів стрілочних переводів, які використовуються на залізницях України.

Показники, що визначалися під час статистичних випробувань

Встановлення перспективних проектів стрілочних переводів основних заводів-виробників їх раціональність використання, придбання, технічного обслуговування здійснюється на основі показників надійності їх роботи. Підбір показників та способи їх розрахунку в значній степені визначається можливостями отримання інформації про роботу стрілочних переводів.

У процесі виконання випробувань були отримані або розраховані наступні основні параметри експлуатаційної роботи стрілочних переводів:

- середній термін напрацювання при заміні окремих елементів стрілочних переводів (гостряків, рамних рейок, хрестовин), який визначався середнім пропущеним тоннажем, в млн т, або середнім терміном служби в роках в залежності від:
 - номера проекту стрілочного переводу;
 - типу стрілочного переводу;
 - марки стрілочного переводу;
 - переважного напрямку руху по стрілочному переводі;
 - призначення колії (головна чи приймально-відправна);
 - заводу-виробника;
 - розташування стрілочного переводу на станції (вхідний, вихідний, інший);
 - умов експлуатації по вантажонапруженості.
- розподіл напрацювання вилучених стрілок та хрестовин по заводам-виробникам дніпропетровським і керченським (ДнСЗ і КСЗ).
- розподіл причин вилучення окремих елементів стрілочних переводів (гостряків, рамних рейок, хрестовин) в залежності від:
 - номера проекту стрілочного переводу;
 - від характеристики дефекту (довжина, глибина)

Крім середніх показників визначаються також мінімальні та максимальні значення напрацювання згідно довірчих меж при заданому рівні ймовірності $\alpha = 0,05$.

Строки служби стрілок і хрестовин визначаються кількістю пропущеного тоннажу за описаною в [7] методикою. Аналіз експлуата-

ційної стійкості роботи елементів стрілочних переводів здійснюється шляхом порівняння середнього напрацювання з нормативним та гарантійним терміном служби чи ресурсом для певних умов експлуатації. Нормативні строки служби стрілок і хрестовин взяті з [8], гарантійні – з [7].

Середнє напрацювання пропущеного тоннажу чи середній термін служби в роках, при заміні елементів стрілочних переводів визначається за матеріалами напівавтоматизованої форми ПУ-6.

Точність визначення напрацювання елементів стрілочних переводів

Точність визначення середнього напрацювання залежить від репрезентабельності та рандомізації вибірки, якості вихідної інформації по пропущеному тоннажу елементів, які відмовили від критеріїв вибірки. Точність визначення середнього напрацювання оцінюється величиною середньоквадратичного відхилення та довірчих меж.

Пропущений тоннаж щодо вилучених елементів стрілочних переводів вказувався працівниками дистанцій у напівавтоматизованій формі ПУ-6. Проте, він перевірявся розрахунком.

Визначення напрацювання елементів стрілочного переводу здійснювався для вилучених елементів стрілок і хрестовин відповідно до умов їх роботи на станції.

Пропущений тоннаж розраховувався за даними вантажонапруженості за рік і датою укладання і зняття стрілочних переводів або його елементів.

Пропущений тоннаж, або термін служби в роках можна визначати шляхом обліку пропущеного вантажу по головних коліях без зупинки, а також із зупинкою на приймально-відправних коліях з урахуванням корегуючих коефіцієнтів. Для вхідної і вихідної стрілки на головних коліях можна брати коефіцієнт вище, ніж інших для інших стрілок головного колії. Для приймально-відправних колій напрацювання визначається в роках з урахуванням різних коефіцієнтів залежно від схеми роботи станції.

Визначення та аналіз показників експлуатаційної роботи стрілочних переводів

Визначення показників експлуатаційної роботи виконується для всіх вилучених стрілочних переводів прийнятих у вибірку в загальному вигляді та окремо різним факторам. До ана-

лізу залучались зняті елементи стрілки (рамні рейки та гостряки) та хрестовини вилучені тільки у 2008 та 2009 рр. Середні напрацювання пропущеного тоннажу і їх відхилення визначались для стрілок і хрестовин при різних комбінаціях факторів, які впливають на них. Повний багатфакторний аналіз застосувати для даної вибірки даних не вдалося. Також потрібно зазначити, що по кожній відмові елементу стрілочного переводу кількість вихідної інформації у формі ПУ-6 була різною. Тому використовуючи різні критерії аналізу отримані різні кількості вибірки.

Детальне визначення показників експлуатаційної роботи стрілочних переводів приведено в звіті науково-дослідної роботи. В даній статті приводяться висновки проведеного аналізу.

Висновки аналізу по експлуатаційній стійкості елементів стрілки (гостряків і рамних рейок) для загальної вибірки

В середньому гостряки типу Р65 на залізобетонних брусах забезпечують гарантійні строки служби для обох заводів-виробників, проте по нормативному терміну безвідмовну роботу дані гостряки забезпечують у 35 % випадків для ДнСЗ і 39 % для КСЗ. Середні напрацювання в колії гостряків складають для ДнСЗ – 106 млн т, для КСЗ – 119 млн т.

В середньому рамні рейки типу Р65 на залізобетонних брусах забезпечують гарантійні строки служби для ДнСЗ, проте по нормативному терміну безвідмовну роботу дані рамні рейки забезпечують у 47 % випадків для ДнСЗ і 26 % для КСЗ. Середні напрацювання в колії рамних рейок складають для ДнСЗ – 141 млн т, для КСЗ – 79 млн т.

В середньому вузол «рамна рейка – гостряк» типу Р65 на залізобетонних брусах забезпечують гарантійні строки служби, проте безвідмовну роботу він забезпечує лише у 52 % випадків для ДнСЗ і 48 % для КСЗ. Середні напрацювання в колії вузла «рамна рейка – гостряк» складає для ДнСЗ – 155 млн т, для КСЗ – 145 млн т.

В середньому вузол «рамна рейка – гостряк» типу Р65 на дерев'яних брусах забезпечує гарантійні строки служби, проте безвідмовну роботу він забезпечує лише у 62 % випадків для ДнСЗ і 60 % для КСЗ. Середні напрацювання в колії вузла «рамна рейка – гостряк» складає для ДнСЗ – 164 млн т, для КСЗ – 159 млн т.

В середньому вузол «рамна рейка – гостряк» типу Р50 на дерев'яних брусах забезпечує гара-

нтійні строки служби, проте безвідмовну роботу він забезпечує лише у 37 % випадків для ДнСЗ. Середні напрацювання в колії вузла «рамна рейка – гостряк» складає для ДнСЗ – 112 млн т, для КСЗ – не оцінюється дуже мала вибірка по даному критерію.

В середньому вузол «рамна рейка – гостряк» типу Р65 на дерев'яних брусах в приймально-відправних коліях забезпечує гарантійні строки служби, оскільки більший від встановленого 2 роки [7], проте безвідмовну роботу він забезпечує лише у 42 % випадків для ДнСЗ і 38 % для КСЗ. Середні напрацювання в колії вузла «рамна рейка – гостряк» в приймально-відправних коліях складає для ДнСЗ – 75 млн т, для КСЗ – 68 млн т.

Висновки аналізу по експлуатаційній стійкості елементів стрілки для обмеженої вибірки стосовно умов експлуатації по вантажонапруженості

Висновок про роботу елементів стрілки в залежності від експлуатаційних умов для різних заводів-виробників можна було зробити стосовно стрілок типу Р65. Середні напрацювання елементів стрілок типу Р65 при середньомережевих умовах складає 227 млн т для ДнСЗ і 191 млн т – КСЗ, що на 16 % нижче по середньому напрацюванню від ДнСЗ, а з врахуванням верхньої границі довірчих меж різниця складає всього 4 %. При цьому безвідмовна робота забезпечується лише у 70...75 % випадків для обох заводів-виробників (в порівнянні з нормативним терміном 300 млн т). Для стрілок, які працюють в умовах меншої вантажонапруженості, середні напрацювання складає 132 млн т для ДнСЗ і 84 млн т – КСЗ, що на 37 % нижче по середньому напрацюванню від ДнСЗ, а з врахуванням верхньої границі довірчих меж різниця складає 30 %. При цьому безвідмовна робота забезпечується лише у 58 % випадків для ДнСЗ і 37 % – КСЗ (в порівнянні з нормативним терміном 225 млн т). Для стрілок, які працюють в умовах більшої вантажонапруженості, середні напрацювання складає 252 млн т для ДнСЗ і 230 млн т – КСЗ, що на 9 % нижче по середньому напрацюванню від ДнСЗ, а з врахуванням верхньої границі довірчих меж різниця складає всього 2 %. При цьому безвідмовна робота забезпечується у 84 % випадків для ДнСЗ і 77 % – КСЗ (в порівнянні з нормативним терміном 300 млн т).

Висновки аналізу по експлуатаційній стійкості елементів стрілки (гостряків, рамних рейок) для обмеженої вибірки стосовно умов експлуатації по вантажонапруженості і розташування стрілочного переводу на станції

В роботі отримано значення середнього напруження елементів стрілки при середньомережевих умовах по вантажонапруженості для вхідних та вихідних стрілочних переводів на станції. Такий критерій вибірки підвищує точність розрахунку середнього напруження, але зменшує обсяг вибірки. Виділити як фактор завод-виробник при таких критеріях вибірки немає можливості – замала вибірка.

А самі висновки такі:

- Середні напруження для даної обмеженої вибірки в порівнянні із загальним аналізом, приведеним в табл. 3.2 є вищими на 30 %.
- Відхилення від середнього напруження мають невеликі коливання і становлять 10 %, що підтверджує точність розрахунку.
- Для гостряків типу Р65 середнє напруження – 165 млн т. На основі цього можна зробити висновок, що гостряки типу Р65 забезпечують гарантійні строки служби, проте безвідмовну роботу дані гостряки забезпечують у 55 % випадків, згідно нормативних термінів.
- Для рамних рейок типу Р65 середнє напруження – 271 млн т. На основі цього можна зробити висновок, що рамні рейки типу Р65 забезпечують гарантійні строки служби, проте безвідмовну роботу дані гостряки забезпечують у 93 % випадків, згідно нормативних термінів.
- Середнє напруження в колії вузла «рамна рейка – гостряк» складає – 233 млн т. Тобто, вузол «рамна рейка – гостряк» типу Р65 забезпечує гарантійні строки служби, проте безвідмовну роботу він забезпечує лише у 75 %.
- Потрібно для всіх стрілочних переводів в головних коліях вказувати умови експлуатації по вантажонапруженості у напівавтоматизованій формі ПУ-6. Такої інформації подано приблизно третину від всіх вилучених стрілочних переводів. Це дозволить розширити вибірку даних по критерію вантажонапруженості на ділянці і отримати середні напруження по тоннажу залежно від проекту стрілочного переводу, перева-

жного напрямку рух, заводу-виробника та ін.

Висновки аналізу по експлуатаційній стійкості елементів стрілки (гостряків, рамних рейок) для обмеженої вибірки переважного напрямку руху по стрілочному переводі

Середнє напруження при переважному руху по прямій ділянці колії становить 175 млн т, довірчі межі коливаються в межах 8 %.

Середнє напруження при переважному рівномірному русі по прямій і боковій колії ділянці становить 132 млн т, довірчі межі коливаються в межах 8 %. В порівнянні з рухом переважачим по прямій колії це менше на 25 %.

Середнє напруження при переважному русі на боковий напрямок становить 118 млн т, довірчі межі коливаються в межах 20 %. В порівнянні з рухом переважачим по прямій колії це менше на 33 % і на 10 % в порівнянні з рівномірним рухом.

Висновки по експлуатаційній стійкості елементів стрілки (гостряків, рамних рейок) для обмеженої вибірки в залежності від причин вилучення за проектами стрілочних переводів

Середні напруження елементів стрілки для типових проектів типу Р65 марки 1/11 коливаються від 119 млн т до 178 млн т, відхилення від середнього значення від 11 млн т до 62 млн т, або від 6 % до 38 %. Найменші відхилення від середнього значення спостерігаються для більш повної вибірки по проектах 1740 та М1740. Середнє напруження по пропущеному тоннажу із врахуванням відхилення для проекту М1740 є на 18 % більше від У1740 і на 9 % менше від 1740. Проекти М1740 і У1740 забезпечують безвідмовну роботу елементів стрілок в середньому на 50...58 % при нормативному терміні 300 млн т. Гарантійні умови в середньому витримуються.

Середні напруження елементів стрілки для проектів 2215 і М2215 типу Р65 марки 1/9 є 209 млн т і 199 млн т відповідно, відхилення від середнього значення становлять 50 млн т і 30 млн т, або 24 % та 15 % відповідно. Середнє напруження по пропущеному тоннажу з врахуванням відхилення для проекту М2215 є на 10 % менше від 2215. У2215 не порівнюється, оскільки вибірка по ньому незначна і великі відхилення від середнього значення. Проекти М2215 і 2215 забезпечують безвідмовну роботу елементів стрілок в середньому на 65...70 %

при нормативному терміні 300 млн т [8]. Гарантійні умови в середньому витримуються.

Середнє напрацювання для проектів типу Р50 марки 1/11 та 1/9 на дерев'яних брусах на 20...30 % менше від проектів типу Р65 марки 1/11 на залізобетонних брусах. Проект 2497 забезпечує безвідмовну роботу елементів стрілок на 58 % при нормативному терміні 260 млн т [8] та проект 2498 на 83 % при нормативному терміні 225 млн т [8].

Середнє напрацювання елементів стрілок для проекту типу Р65 марки 1/11 на залізобетонних брусах 2433.00.000-08;(-09) на 20 % більше від базового проекту 2433.00.000.

Середнє напрацювання елементів стрілок для проекту Дн 290.00.000;(-01) на 50 % менше від базового проекту 1740.00.000. Відхилення від середнього становить 20 %.

Основна причина вилучення елементів стрілки для проекту 1740 є бічний знос рамної рейки навпроти вістря та бічний знос гостряка та викришування гостряка через надмірну бокову дію.

Основна причина вилучення елементів стрілки для проекту М1740 є бічний знос рамної рейки навпроти вістря та бічний знос гостряка.

Основна причина вилучення елементів стрілки для проекту У1740 є бічний знос рамної рейки навпроти вістря та бічний знос рамної рейки

Основна причина вилучення елементів стрілки для проекту М2215 є бічний знос рамної рейки навпроти вістря.

Основними причинами по відмовам в зоні стрілки є бічний знос гостряка (18 %) та бічний знос рамної рейки (9 %) навпроти вістря гостряка. В середньому по зносу знімались гостряки та рамні рейки при величині зносу 8 мм. Основними причинами зняття по дефектам є викришування на голівці гостряка через недостатню контактну-втомлювальну міцність металу; викришування гостряка в зоні вістря через посилену бокову дію коліс – 30 %; виколування загартованого шару головки гостряка і рамної рейки і поперечні тріщини на голівці рамної рейки в зоні перекочування коліс з гостряка на рамну рейку.

Висновки по експлуатаційній стійкості хрестовин для обмеженої вибірки в залежності від причин вилучення по проектах стрілочних переводів

Для головних колій середнє напрацювання хрестовин більше в порівнянні з приймально-відправними. Середнє напрацювання хрестовин

в головних коліях до їх вилучення за зносом і за дефектами приблизно рівні і складають 128 млн т. На момент досягнення нормативного напрацювання хрестовини марки 1/11 (для стрілочних переводів типу Р65) в головних коліях забезпечують безвідмовну роботу для ДнСЗ і на 80 % для КСЗ. Середнє напрацювання хрестовин ДнСЗ на 20 % вище ніж для КСЗ для марок 1/11 і на 30 % вище для марок 1/9. Проект М1740.00.000-08;(-09) – забезпечує нормативну роботу хрестовин. Проект У1740.00.000 – забезпечує нормативну роботу хрестовин на 80 %.

Для жорстких хрестовин найнижче середнє напрацювання є в суцільнолитих хрестовинах і становить 106 млн т з відхиленням 30 %, для яких основними причинами вилучення стали вертикальний знос осердя та викришування осердя через надмірна бокову дію. Збірна хрестовина з литим осердем має напрацювання на 30 % більше в порівнянні з суцільнолитою. Основними причинами вилучення стали вертикальний знос осердя та викришування осердя через надмірна бокову дію. Збірна хрестовина, типу загальної відливки з косою врізкою та збірна з косою врізкою з подовженими задніми закінченнями склали малу вибірку і оцінювати напрацювання важко, проте як видно приведені середні напрацювання є вищими в порівнянні з іншими конструкціями. На основі чого можна зробити висновок, що конструкція хрестовини є покращеною відносно базової збірної хрестовини.

Висновок

1. Створена напівавтоматизована форма обліку ПУ-6 дозволила розширити і уточнити діапазон досліджень. Що, в свою чергу, дозволило точніше отримати значення середнього напрацювання, враховуючи різні критерії вибірки. Крім того, кількість критеріїв оцінки є збільшеною за рахунок введення даної форми.

2. Елементи стрілок і хрестовин стрілочних переводів витримують гарантійні терміни служби.

3. Нормативний термін служби елементів стрілок і хрестовин в середньому не досягається на 25...40 % залежно від вантажонапруженості головних колій, заводу-виробника, типу проекту стрілочних переводів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст] : Затв.: Наказ Мінтрансзв'язку Укра-

- їни від 20.12.1996 р. № 411 / Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2003. – 133 с.
2. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України ЦП 0138 [Текст] / Е. І. Даніленко [та ін.]. – К., 2006. – 336 с.
 3. Інструкція про порядок складання технічного паспорта дистанції колії, звітів про колійне господарство і про захисні лісонасадження ЦП-ЦЧУ-0186 [Текст]. – К., 2008. – 168 с.
 4. Технічний паспорт дистанції колії (АГУ-4, АГО-1, АГО-3) [Текст].
 5. Методичні вказівки про порядок складання звітних та облікових форм у колійному господарстві ЦП-ЦЧУ-0187 [Текст]. – К., 2008. – 295 с.
 6. Рыбкин, В. В. Методика оценки эксплуатационной надежности стрелочных переводов и их элементов [Текст] / В. В. Рыбкин, Е. М. Баль, И. А. Бондаренко // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 35. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2010. – С. 124-128.
 7. Гарантійні строки служби та умови забезпечення гарантійної експлуатації металевих елементів стрілочних переводів ЦП 0162 [Текст] / Е. І. Даніленко [та ін.]. – К.: Транспорт України, 2007. – 56 с.
 8. Положення про нормативні строки служби стрілочних переводів у різних експлуатаційних умовах ЦП 0101 [Текст]. – К., 2003. – 30 с.

Надійшла до редколегії 23.03.2011.

Прийнята до друку 28.03.2011.