

дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 097 729 66 90.

E-mail: yatcenko1520mm@gmail.com.

Гончаров Олександр Михайлович,

к.т.н., доцент, провідний фахівець науково-дослідного відділу рухомого складу філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 044 465 39 92.

E-mail: goncharov1520mm@gmail.com.

Повисший Володимир Миколайович,

начальник управління матеріалознавства та управління якістю продукції філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна.

Тел.: +38 067 501 30 29.

E-mail: omukr@gmail.com.

Лукашевич Андрій Олександрович,

к.т.н., науковий співробітник відділу високочастотних методів дослідження міцності і дефектності матеріалів Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України.

Вул. Тимірязєвська, 2, м. Київ, 01014, Україна.

Тел.: +38 044 286 28 57.

E-mail: Lukashevych@nas.gov.ua.

УДК 629.4.014.22:629.4.083

Канд. техн. наук Батюшин І.Є.

Канд. техн. наук Гончаров О.М.

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ МІЖРЕМОНТНИХ ПЕРІОДІВ ЛОКОМОТИВІВ

Ключові слова: міжремонтні періоди, коефіцієнт готовності, економічна ефективність, витрати, пробіг локомотивів.

Вступ

Від стабільності функціонування залізничного транспорту, який забезпечує надання транспортних послуг та є однією з важливіших галузей національної економіки, залежать всі сфери суспільного виробництва та соціальний розвиток України. Рівень забезпечення потреби в перевезеннях, в значній мірі, залежить від стану інфраструктури галузі і, головним чином, від наявності та стану рухомого складу.

Одним з напрямків підвищення ефективності локомотивного господарства є зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт локомотивів з забезпеченням на необхідному рівні технічної і екологічної безпеки залізничного транспорту.

Постановка проблеми

В основу існуючої системи технічного обслуговування і ремонту локомотивів покла-

дено планово-попереджувальний принцип, який дозволяє полегшити планування ремонтів та технічних обслуговувань рухомого складу, сприяє організації рівномірного завантаження ремонтних підприємств, дозволяє оптимально використовувати наявне технологічне обладнання і робочу силу. Система планово-попереджувального ремонту (ППР) передбачає нормативну періодичність і регламентований перелік основних робіт з відновлення тягового рухомого складу. Ефективність даної системи тим вище, чим точніше співпадають терміни технічного обслуговування і ремонтів (ТОР) з динамікою зміни технічного стану рухомого складу.

При збільшенні міжремонтних пробігів знижуються витрати на планові ремонти (ПР) та питомі простої локомотивів на цих ремонтах. Однак ряд деталей і вузлів можуть вичерпати свій технічний ресурс (вийти з ладу) до настання планового ремонту, викликаючи необхідність в неплановому ремонті. В цьому випадку знизиться експлуатаційна надійність тягового рухомого складу, збільшаться додаткові витрати, пов'язані з проведенням непланових ремонтів і відмовами в транспортному обслуговуванні. Тому застосування оптимальної організації технічного обслуговування (ТО) і ремонту локомотивів повинно базуватись на врахуванні показників змін характеристик ремонтного циклу, його вартості

та показників надійності цих рухомих одиниць.

У даній роботі узагальнюються підходи до встановлення раціональних міжремонтних періодів для локомотивів, з урахуванням реальних фінансово-економічних можливостей галузі. Впровадження нової системи технічного утримання локомотивів дасть змогу скоротити поточні витрати на обслуговування та ремонт тягового рухомого складу, раціонально використовувати кошти, що виділяються на ці цілі, без погіршення технічному стану локомотивів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Питанню забезпечення ефективності системи утримання локомотивів присвячена значна кількість досліджень, як в Україні так і за кордоном [1, 5-13]. Основна частина з них направлена на розробку і корегування системи ТОР шляхом використання оптимізаційних моделей з різними критеріями оптимізації. В основу цих праць закладено використання системи ППР ТОР і не передбачено динамічне корегування міжремонтних інтервалів та об'ємів планових ТО та ПР. За результатами виконаних наукових праць впроваджені відповідні нормативні документи [2-4].

Проведений аналіз розвитку систем ТОР в різних країнах світу свідчить про тенденцію поступового переходу від планово-попереджувальної системи ТОР до системи ТОР за фактичним станом [10-13]. При цьому виникає проблема збору та обробки поточної інформації про технічний стан локомотива, прогнозування його зміни та планування оптимальних термінів постановки локомотива на планові ТО та ПР.

Мета і завдання дослідження

Попередній аналіз результатів дослідної експлуатації локомотивів, з технічним утриманням за оптимізованими міжремонтними періодами, узагальнення даних щодо відмічених несправностей локомотивів, системний аналіз впливу оптимізованих міжремонтних періодів на надійність їх роботи та розробка відповідних рекомендацій.

Викладення основного матеріалу дослідження

Враховуючи кумулятивний характер впливу різних факторів на показники надійності та економічної ефективності локомоти-

вів в філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» у 2016 році були проведені теоретичні дослідження з визначення можливостей збільшення нормативної періодичності проведення поточних ремонтів та технічних обслуговувань тягового рухомого складу. Для підтвердження висновків отриманих за результатами виконаних досліджень було підготовлено відповідне розпорядження ПАТ «Укрзалізниця» від 06.02.2017 № ЦЦТех-4/43 і розпочато дослідну експлуатацію локомотивів за тимчасовими новими нормативами періодичності проведення їх планових ремонтів та технічних обслуговувань в регіональних філіях «Одеська залізниця», «Придніпровська залізниця», «Південна залізниця» та «Південно-Західна залізниця». З метою узгодження порядку проведення дослідної експлуатації тягового рухомого складу філією «НДКТІ» було розроблено та погоджено з Департаментом локомотивного господарства ПАТ «Укрзалізниця» «Програму-методику проведення дослідної експлуатації локомотивів із запровадженням нових нормативів періодичності проведення ремонтів та технічних обслуговувань за системою ремонту із урахуванням фактично виконаного об'єму ремонтних робіт».

Для підтримання необхідного рівня технічного стану локомотивів у період їх дослідної експлуатації, забезпечення під час проведення ТО та ПР відповідності діючим вимогам експлуатаційної надійності їх складальних одиниць, електричних апаратів, пневматичного й гальмівного обладнання тощо, а також виконання вимог безпеки руху й охорони праці та пожежної безпеки, в філії «НДКТІ» були розроблені та затверджені у встановленому порядку наступні нормативні документи: «Електровози серії ВЛ11М, ВЛ11М5. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту під час дослідної експлуатації за новими нормативами міжремонтних пробігів (тимчасові), 105.86500.94217», «Тепловози серії ЧМЕЗ в/і. Правила технічного обслуговування та ремонту під час дослідної експлуатації за новими нормативами міжремонтних пробігів (тимчасові), 105.86700.94417», «Електровози серій ВЛ40у. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту під час дослідної

експлуатації за новими нормативами міжремонтних пробігів (тимчасові), 105.86500.94517», «Електровози серії ВЛ80 в/і, ВЛ82. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту під час дослідної експлуатації за новими нормативами міжремонтних пробігів (тимчасові), 105.86500.94117», «Електровози серій ЧС4, ЧС7, ЧС8. Правила технічного обслуговування та поточного ремонту під час дослідної експлуатації за новими нормативами міжремонтних пробігів (тимчасові), 105.86500.94317». Ці Правила були розроблені на підставі наявної конструкторської, експлуатаційної та технологічної документації на перелічені локомотиви, державних стандартів України, Правил технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ), Програми-методики проведення дослідної експлуатації локомотивів із запровадженням нових нормативів періодичності проведення ремонтів та технічних обслуговувань за системою ремонту із урахуванням фактично виконаного об'єму ремонтних робіт, відповідних діючих галузевих нормативних документів, інструкцій Укрзалізниці, а також узагальненого досвіду виконання технічного обслуговування (ТО), поточних ремонтів (ПР) та деповських ремонтів (ДР) локомотивів галузі.

Розроблені тимчасові Правила встановлюють основні положення системи ТО, ПР і ДР локомотивів під час їх дослідної експлуатації зі збільшеними міжремонтними пробігами, визначають основні вимоги та обсяг і періодичність проведення й порядок організації робіт під час виконання ТО, ПР й ДР електровозів і тепловозів у локомотивних депо, пунктах технічного обслуговування (ПТО), зокрема:

- норми допусків і зносів механічного обладнання локомотивів;
- норми допусків і зносів електричного обладнання локомотивів;
- карти змащування локомотивів;
- перелік складальних одиниць і деталей локомотивів, що підлягають капілярному, магнітному або ультразвуковому контролю й терміни проведення такого контролю, тощо.

На початку дослідної експлуатації в експлуатації знаходилось 72 локомотива (65 од електровозів та 7 од. тепловозів), у тому числі:

- в регіональній філії «Одеська залізниця» (локомотивні депо Знам'янка, Подільськ, Одеса-Сортувальна) - 30 од.: ВЛ80т - 14 од, ВЛ80с – 11 од., ВЛ40 – 1 од, ЧМЕЗ – 4 од.;
- в регіональній філії «Придніпровська залізниця» (локомотивні депо Дніпропетровськ, Кривий ріг) - 7 од.: ЧС7- 4 од., ВЛ11м-2 од., ЧМЕЗ -1 од.;
- в регіональній філії «Південна залізниця» (локомотивне депо Куп'янськ) - 17 од.: ВЛ82 - 14 од., ВЛ80к – 3 од.;
- в регіональній філії «Південно-Західна залізниця» (локомотивні депо Козятин, Дарниця) - 18 од.: ВЛ80к – 9 од., ВЛ80т - 7 од., ЧМЕЗ – 1 од., ЧМЕЗт - 1 од.

На період експлуатаційних випробувань для дослідних локомотивів були встановлені наступні міжремонтні нормативи: для електровозів - технічне обслуговування – 96 годин, поточний ремонт – 50 тис. км, деповський ремонт – 600 тис. км, заводський ремонт – 2400 тис. км; для маневрових тепловозів ЧМЕЗ - технічне обслуговування – 168 годин, ТОЗ – 45 діб, поточний ремонт – 9 місяців, деповський ремонт – 54 місяці, заводський ремонт – 18 років.

З метою розширення бази для аналізу показників надійності локомотивів розпорядженням від 08.08.2017 № ЦЦТех-4/372 перелік локомотивних депо для дослідної експлуатації було розширено на 9 структурних одиниць (депо Мелітополь, Пологи, Синельникове регіональної філії «Придніпровська залізниця», депо Харків-Головний, Полтава, Кременчук, Лозова, Харків-Сортувальний, Гребінка регіональної філії «Південна залізниця»), а також на 81 од. збільшено парк дослідних локомотивів, яким до цього моменту було виконано капітальний ремонт або ПР-3. Ці локомотиви мали наступний розподіл по регіональним філіям: «Південна залізниця» - 42 од., «Одеська залізниця» - 14 од., «Придніпровська залізниця» - 16 од., «Південно-Західна залізниця» - 9 од. Відносний розподіл дослідних локомотивів по серіям приведено на рисунку 1.

Серія локомотива; % інвентарного парку

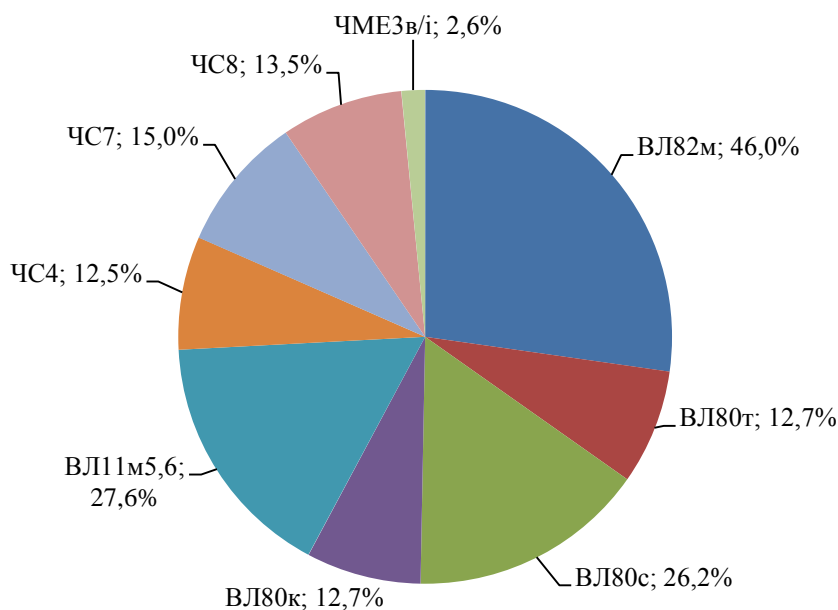


Рис. 1 – Частка інвентарного парку локомотивів ПАТ «Укрзалізниця», що знаходились в дослідній експлуатації в 2017 році по їх серіям.

Для оцінки впливу запропонованої оптимізованої системи утримання на надійність локомотивів та на економічні витрати при їх експлуатації, а також для підготовки необхідних змін до нормативно-технічної документації щодо виконання відповідних ремонтів та технічних обслуговувань рухомого складу при його дослідній експлуатації, на локомотивні депо та локомотивні служби регіональних філій було покладено обов'язки щодо достовірного обліку, аналізу експлуатаційної інформації та своєчасного надання до Департаменту локомотивного господарства і філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» наступних даних:

- кількості відмов локомотивів в експлуатації;
- кількості непланових ремонтів, з часом простою на них (в годинах);
- результатів аналізу відмов змінних вузлів, агрегатів і запасних частин на планових і непланових видах ремонту, з відповідними переліками;
- результатів аналізу простоїв на планових видах ремонтів та виконання додаткових робіт до регламенту, з відповідними переліками та витратами часу;
- інформації про заміну вузлів і деталей контрольованих локомотивів: колісних пар, моторно-осьових підшипників, тощо.

Аналіз первинної інформації за даними напрямками показав істотну відмінність по-

точного стану локомотивів та кількості непланових ремонтів, їх вартості по регіональним філіям та локомотивним депо. Також спостерігалась значна нерівномірність зазначених показників по серіях локомотивів.

По електровозам ЧС7 під час дослідної експлуатації було допущено 19 випадків непланових ремонтів, з загальним простоем 2418 годин, за технічними причинами:

- відмови тягових двигунів;
- руйнування зовнішнього кардану;
- несправність пускових резисторів.

По електровозам VL82м зафіксовані 3 непланові ремонти, з сумарним простоем 146 годин, за причинами:

- граничний виробіток елементів коліскового підвішування;
- пробій ізолятора заземлювача високовольтного вимикача ЗВ-2, з наступним руйнуванням низьковольтних кабелів;
- граничний знос моторно-осьових підшипників (МОП).

По електровозах VL11 було допущено 24 випадки непланових ремонтів, з сумарним простоем 1904 годин, за причинами недостатньої якості виконання технічних обслуговувань та ремонтів:

- відсутність збирання електричного ланцюга першої позиції контролера;
- порушення порядку включення (секвенції) електричних апаратів;

- електричний пробій ізоляції обмотки якоря тягового електродвигуна (ТЕД) на вал його якоря;
- несправність електричного контактора ПКГ-1;
- спресування малої шестерні з вала ТЕД;
- виплавлення наконечника електричного кабелю з ТЕД;
- граничний знос електрощіток ТЕД.
- злам перемички груп пускових електричних резисторів;
- міжвиткове замикання обмоток допоміжних електричних машин.

Також спостерігались випадки виконання додаткових робіт в локомотивних депо з усунення несправностей шкворневих вузлів рам візків та люлечного підвішування кузову електровозів серії ВЛ11. Зафіксовані відмови по ТЕД (з'єднання між полюсами, виводи), електричним апаратам (перемичачі силових кіл, резистори пускові і гальмівні, ланцюги керування), мотор-вентиляторам, мотор-компресорам, моторно-вісьовим підшипникам, приладам безпеки.

По тепловозах ЧМЕЗ було допущено 5 випадків непланових ремонтів, с сумарним простоем 117 годин, за причинами недостатньої якості виконання технічних обслуговувань:

- зниження рівня потужності дизель-генераторної установки (ДГУ);
- забрудненість масляних фільтрів перед регулятором частоти обертів (РЧО);
- руйнування корпусу нагнітального клапану компресора.

За результатами дослідної експлуатації протягом 2017 року були допущені 123 непланових ремонти, з загальним простоем 1929 годин, по електровозам ВЛ80 в/і за причинами несправності тягових та допоміжних електричних машин, струмоприймачів, елементів коліскового підвішування, вихіду з ладу електричної апаратури, МОП та недостатньої якості ремонтів, що виконувались.

Збільшення міжремонтних пробігів локомотивів та відміна технічного обслуговування ТО-3 для електровозів призвели до збільшення додаткових робіт на електровозах серії ЧС7 по тяговим двигунам (в середньому на 27%), на всіх електровозах по електричній апаратурі та механічному обладнанню. Розподіл сумарного простою дослідних ло-

комотивів на непланових ремонтах по основним серіям, за інформацією локомотивних депо, наведено на рисунку 2. В процесі дослідної експлуатації за оптимізованими ремонтними нормативами зафіксовані наступні зміни простоїв на поточних ремонтах (рис. 3).

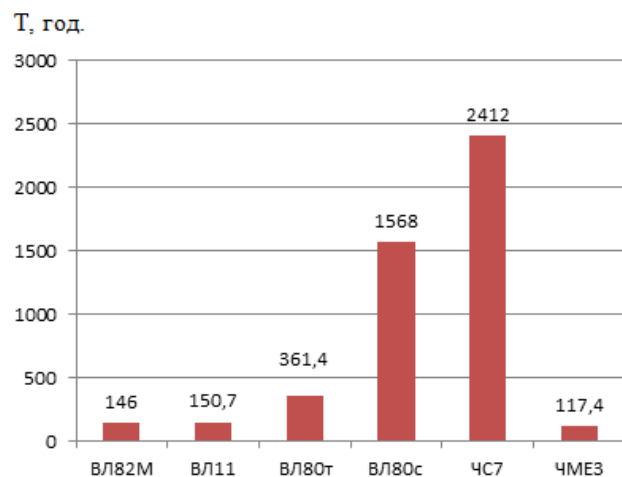


Рис. 2 – Загальний простій на непланових ремонтах локомотивів по серіям за період дослідної експлуатації

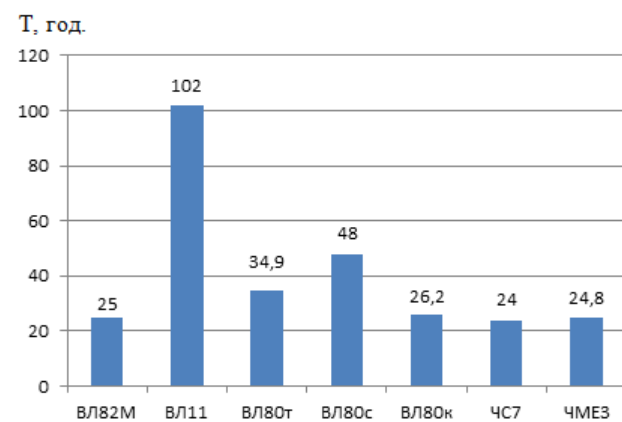


Рис. 3 - Розподіл середніх простоїв в поточних ремонтах локомотивів по серіям за період дослідної експлуатації

При аналізі надійності дослідних локомотивів, в якості комплексного показника, у відповідності з ДСТУ 2860-94 [14], ДСТУ 2861-94 [15] було визначено коефіцієнти готовності. З метою врахування можливості випадкової зміни коефіцієнта готовності, для забезпечення коректної оцінки отриманих статистичних даних, визначався довірчий інтервал даного показника з урахуванням величин середньоквадратичного відхилення [16] по кожній серії локомотивів. Коефіці-

ент готовності, в загальному вигляді, у відповідності з вищезазначеними ДСТУ, розраховувався за наступною формулою:

$$K_G = \frac{T_O}{T_O + T_B},$$

де: T_O – середній наробіток між відмовами, год;

T_B – середній час усунення відмов, год.

Величини коефіцієнтів готовності розраховувались по кожному локомотиву, узагальнювались по локомотивних депо та усереднювались по серіям локомотивів. За наведеним алгоритмом розраховано значення коефіцієнтів готовності для всіх 154 дослідних локомотивів та отримані наступні діапазони зміни коефіцієнту готовності по серіям локомотивів.

Середнє значення K_G для електровозів ВЛ80 в/і становить 0,913, з верхньою межею діапазону його зміни 0,934 і нижньою - 0,912. Для електровозів ВЛ82 середнє значення K_G становить 0,901, з межами діапазону зміни коефіцієнту 0,921 - 0,887. Для електровозів ВЛ11 середнє значення K_G становить 0,892, з діапазоном зміни 0,934 - 0,912. Для електровозів ЧС7 середнє значення K_G становить 0,934, з діапазоном зміни 0,951 - 0,914.

При середньому значенні коефіцієнта готовності для тепловозів ЧМЕЗ 0,9455 для врахування його змін в період дослідної експлуатації, в залежності від кількості дослідних тепловозів [15, 16] встановлено нижню межу значення коефіцієнту готовності 0,926, верхню - 0,965.

З метою оцінки економічного ефекту від переходу на нові нормативи періодичності виконання поточних ремонтів та технічних обслуговувань локомотивів в умовах залізниць ПАТ «Укрзалізниця» враховувались зміни вартості фактично виконаних об'ємів робіт з їх технічного обслуговування та ремонту, за вихідними даними локомотивних депо, де в дослідній експлуатації знаходилось від 15 до 20 локомотивів одної серії. Для дослідних електровозів найбільш масової серії ВЛ80 в/і річний економічний ефект становить від 298,5 до 314,5 тис. грн. на один локомотив.

Висновки

1 Проведені попередні дослідження та результати дослідної експлуатації локомотивів в регіональних філіях ПАТ «Укрзалізниця», з оптимізованими міжремонтними норматива-

ми проведення ТО і ПР, свідчать про перспективність обраного підходу.

2 Результати дослідної експлуатації локомотивів, в цілому, підтвердили можливість підтримання в експлуатації їх граничних показників надійності та отримання позитивного економічного ефекту від впровадження оптимізованої системи збільшених міжремонтних пробігів.

3 Доцільно продовжити дослідну експлуатацію локомотивів, для яких впроваджено оптимізовану систему міжремонтних пробігів, з метою подальшого накопичення статистичних даних щодо їх надійності, фактичної вартості виконання деповських ремонтів та отримання інформації про об'єми виникаючих додаткових ремонтних робіт.

4 З метою розширення довірчої вибірки для аналізу показників надійності локомотивів, що експлуатуються з збільшеними міжремонтними пробігами та фінансових показників з їх утримання доцільно збільшити піднаглядний дослідний парк за рахунок локомотивів, яким виконано капітальний ремонт або поточний ремонт третього об'єму (ПР-3).

5 Необхідно продовжити роботи з вдосконалення нормативно-технічної документації, що встановлює порядок дослідної експлуатації локомотивів з оптимізованими системами їх міжремонтних пробігів, з метою підвищення ефективності впровадження нової системи технічного обслуговування і ремонту залізничного тягового рухомого складу.

Література

1. Мизрахи В. Совершенствование системы ремонта подвижного состава / В. Мизрахи // Железные дороги мира. – 1988. – № 6. – С. 55–59.

2. Правила технічної експлуатації залізниць України: затверджені та введені в дію М-вом транспорту України наказом від 20.12.1996 № 411, із змінами і доповненнями, за наказами від 08.06.1998 № 226, від 23.07.1999 № 386, від 19.03.2002 № 179, від 10.12.2003 № 962, зареєстровані у Міністерстві України 25.02.1997 за № 50/1854. – Київ : НВП Поліграфсервіс. – 133 с. – (Нормативний документ ПАТ «Укрзалізниця»).

3. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та

дизель-поїздів): затверджене наказом Укрзалізниці від 15.10.2015 № 1429-Ц-од. – Київ. – (Нормативний документ ПАТ «Укрзалізниця»).

4. Інструкція по технічному обслуговуванню електрозвів і тепловозів в експлуатації: затверджена наказом Укрзалізниці від 27.12.2002 №670-Ц. – Київ. - (Нормативний документ ПАТ «Укрзалізниця»).

5. Диагностика и мониторинг технического состояния подвижного состава // Железные дороги мира. – 1997. – № 11. – С. 13–16.

6. Боднар Є.Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримання: автореф. дис. канд. техн. наук / Є. Б. Боднар. – Харків, 2004. – 17 с.

7. Осяев А.Т. В новом режиме работы. Концепция системы ремонта подвижного состава по техническому состоянию / А.Т. Осяев, А.Б. Подшивалов // Локомотив. – 2000. – № 10. – С. 7–10.

8. Установление рациональной характеристики ремонтного цикла тепловозов / [А. Б. Подшивалов, П. А. Шанченко, А. А. Рахмилевич, Ш. Т. Тошеев]. – М. : Сб. науч. тр. ВНИИЖТ : Совершенствование системы ремонта и технического обслуживания тепловозов, - 1995. – С. 36–45.

9. Осяев А. Т. Формирование концепции развития комплексной системы технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава с учетом технического состояния оборудования при применении средств технического диагностирования / А. Т. Осяев; ВНИИЖТ. – М., 1999. – Деп. в ЦНИИ-ТЭИ МПС 07.06.99, № 6247-ж. д.

10. Перминов В.А. К вопросу совершенствования планово-предупредительной СТОР / В.А. Перминов, Е.Е. Белова, Н.В. Атлетов, И.Э. Нестеров // Техника железных дорог. — 2012. - №2. — С. 28-32.

11. Sanjiv A. Patel Intelligent decision support system for diagnosis and maintenance of automated systems / Sanjiv A. Patel, Ali K. Kamrani. // Computers & Industrial Engineering. — Volume 30, Issue 2, April 1996. — pp. 297-319.

12. Anil Varma ICARUS: design and deployment of a casebased reasoning system for locomotive diagnostics. / Anil Varma, , Nicholas Roddy // Engineering Applications of Artificial

Intelligence. — Volume 12, Issue 6, December 1999. — pp. 681–690.

13. Y. Larroche. SEPIA: A real-time expert system that automates train route management / Y. Larroche. R. Moulin. D. Gauyacq. // Control Engineering Practice. — Volume 4, Issue 1, January 1996. — pp. 27-34. References.

14. Надійність техніки. Терміни та визначення : ДСТУ 2860-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 76 с. – (Нац. стандарт України).

15. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення: ДСТУ 2861-94. – [Чинний від 1997-01-01]. – Київ : Держстандарт України, 1996. – 9 с. – (Нац. стандарт України).

16. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика / П.С. Сеньо. Київ: Знання, 2007. – 446 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Батюшин Ігор Єрмейович,

к. т. н., заступник директора філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця». Вул. І.Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 044 309 61 36. E-mail: batushyn1520mm@gmail.com.

Гончаров Олександр Михайлович,

к. т. н., доцент, головний фахівець науково-дослідного відділу рухомого складу філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця». Вул. І.Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 044 465 39 92. E-mail: goncharov1520mm@gmail.com.