

УДК 629.424.1 : 621.31:681.3

В. Л. ГОРОБЕЦЬ¹, О. М. БОНДАРЄВ²,

¹ Д. т. н., головний співробітник галузевої наукової лабораторії динаміки та міцності рухомого складу, кафедра «Будівельна механіка», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, буд. 2, вул. Лазаряна, Дніпропетровськ, Україна; 49010, тел./факс: +38(056)7931908, ел. пошта: onildpps@gmail.com

² Доцент, кафедра «Будівельна механіка»,

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, буд. 2, вул. Лазаряна, Дніпропетровськ, Україна; 49010, тел./факс: +38(056)7931908, ел. пошта: bondam286@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ МІЦНОСТІ ТА ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТЯГОВОГО ТА МОТОРВАГОННОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Мета. На залізницях України понад 85% одиниць тягового та моторвагонного рухомого складу, що знаходяться в експлуатації, працюють за межами призначеного терміну експлуатації. Для вирішення питання подовження терміну експлуатації спеціалістами ДНУЗТ було розроблено відповідний комплекс науково-дослідних робіт. Ці роботи, як показав досвід, виявилися спроможними забезпечити продовження терміну експлуатації рухомого складу навіть до 50 років від побудови. **Методика.** На основі проведених робіт розроблено заходи, які сприятимуть поступовій заміні застарілих одиниць рухомого складу на нові за умови забезпечення замовлень на перевезення пасажирів та вантажів. **Результати.** Розроблені методики апробовано на певній кількості одиниць тягового та моторвагонного рухомого складу під час проведення робіт із продовження терміну їх служби в межах до 50 років. Результати цих робіт засвідчили реалізованість розроблених основних положень та документів щодо безпечної експлуатації одиниць рухомого складу в межах подовженого терміну експлуатації. **Наукова новизна.** До елементів наукової новизни слід віднести те, що в роботі показано, як залежно від різних обставин можна застосувати різні методики для вирішення питань подовження призначеного терміну експлуатації одиниць рухомого складу. **Практична значущість.** Завдяки розробленим методикам забезпечено безпечність експлуатації одиниць рухомого складу за межами призначеного терміну служби.

Ключові слова: рухомий склад, терміни експлуатації, міцність, напруження, деформації, втома, несучі конструкції.

ВСТУП

Оцінці ресурсу несучих конструкцій рухомого складу в Україні поклали початок роботи з оцінки динаміки й міцності в Галузевій науково-дослідній лабораторії динаміки й міцності рухомого складу (ГНДЛ ДМРС) Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна ще з кінця 60-х років минулого сторіччя. У той час у зв'язку з переходом на новий тип міжвагонних з'єднань та збільшенням ваги поїздів з'явилися стандарти на проведення випробувань вантажних, пасажирських вагонів та вагонів спеціального призначення на дію поздовжніх ударних навантажень. Метою випробувань ва-

гонів на зіткнення є оцінка напруженого стану несучих конструкцій, перевірка міцності одиниць рухомого складу, його дія під час удару в автозчеп із заданою силою або швидкістю.

Ці випробування, хоча й призначені для оцінки міцності несучих конструкцій, при цьому не мають нічого спільного з оцінкою ударної витривалості одиниць рухомого складу, оскільки не враховують характер циклічного навантаження, що має місце під час експлуатації, коли число навантажень може становити 105 і більш циклів. Тому з 1973 року в лабораторії почали розробляти методику та проводити прискорені ресурсні випробування рухомого складу.

МЕТОДИКА

У 90-х рр. XX ст. Україна отримала великий парк електропоїздів та електровозів ЕР1, ЕР2, ВЛ8, ВЛ60. Серед зазначених серій є рухомий склад випуску 1956 року, для якого призначений строк експлуатації становить 28 років для вагонів електропоїздів і 30 років для електровозів. У зв'язку з тим, що в локомотивному господарстві України наявний рухомий склад, термін експлуатації якого вичерпано, питання подовження призначеного терміну служби є досить актуальним. До розв'язання цього важливого завдання за замовленням Укрзалізниці фахівці ГНДЛ ДМРС приступили ще в 1996 році. Для його вирішення необхідно розробити:

- методику виконання циклу робіт із подовження строку експлуатації одиниць рухомого складу;
- програми проведення динамічних ходових, динамічних міцнісних випробувань із визначення рівнів навантажень і напружень, які формуються в найбільш навантажених перерізах основних несучих конструкцій рам візків та рам кузовів одиниць рухомого складу;
- методику проведення вібраційних стендових ресурсних випробувань конструкцій рам візків або фрагментів несучих конструкцій рам візків і рам кузовів;
- пакети прикладних програм з обробки результатів вимірів зареєстрованих процесів під час проведення натурних випробувань;
- пакети прикладних програм для проведення чисельних розрахунків із визначення ресурсу несучих конструкцій одиниць рухомого складу за межами призначеного терміну експлуатації.

Перший комплекс робіт із подовження терміну служби рухомого складу було проведено в 1997–1998 рр. для електропоїздів EP1 та EP2, які серійно випускалися з 1957 до 1962 року відповідно. Під час проведення зазначених робіт більшість секцій цих електропоїздів уже вичерпала призначений строк експлуатації, що дорівнює 28 рокам.

Роботи з подовження терміну служби рухомого складу проводились одночасно за трьома напрямками, що й визначило методологію їхнього проведення:

- оцінка динамічних якостей рухомого складу й експлуатаційної навантаженості основних несучих конструкцій (рам візків та кузовів) шляхом проведення динамічних ходових і динамічних міцнісних випробувань;
- оцінка міцнісних якостей несучих конструкцій кузова й рам візків із використанням методу скінченних елементів;
- експериментальна оцінка межі витривалості рам візків під час проведення стендових вібраційних випробувань (у зв'язку з відсутністю можливості визначення ідентичних характеристик для кузовів, шляхом проведення ресурсних випробувань із доведенням до руйнування, ухвалено рішення такі випробування проводити тільки для рам візків).



Рис. 1. Електропоїзд EP1

МЕТА

Метою досліджень є розробка методології з оцінки динамічних якостей рухомого складу й експлуатаційної навантаженості основних несучих конструкцій рам візків і кузовів одиниць рухомого складу шляхом проведення динамічних ходових і динамічних міцнісних випробувань; експериментальна оцінка межі витривалості рам візків при проведенні їх стендових вібраційних випробувань; оцінка міцнісних якостей несучих конструкцій кузова й рам візків із використанням методу скінченних елементів.

ПРАКТИЧНА ЗНАЧУЩІСТЬ

Нижче наведено типи рухомого складу та методики й результати щодо подовження терміну їхньої експлуатації. Загальний вигляд електропоїзда EP1, який підлягав комплексним роботам із вирішення питань подовження терміну експлуатації, наведено на рисунку 1.

Кузови вагонів електропоїздів зазначеної серії разом із рамою становлять собою єдину несучу конструкцію, що й було враховано при розробці розрахункових схем методу скінченних елементів для оцінки показників міцності їх елементів та під час розробки рекомендацій з їх посилення.

Як зазначалося вище, для теоретичної оцінки рівня напружено-деформованого стану несучих елементів конструкцій кузова й рам візків, що виникають під час експлуатації, використовувався метод скінченних елементів (МСКЭ). Нижче на рисунку 2 показана скінченно-елементна розрахункова схема, що використовується під час проведення міцнісних розрахунків головного вагона електропоїзда EP1 із модифікованою

рамою, модель якого дозволила також оцінювати навантаженість причіпних вагонів обох типів електропоїздів. Розрахункова схема кузова вагона складалася з 2028 стержневих і пластинчастих скінченних елементів.

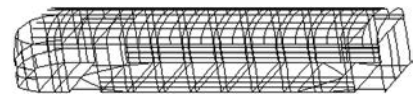


Рис. 2. Розрахункова схема кузова вагона електропоїзда

Виконані розрахунки дозволили зробити такі висновки:

- збільшення жорсткості бічних балок приводить до перерозподілу напружень бічної балки вагона у місцях приєднання до неї розкосів;
- посилення поперечної балки приводить до збільшення напружень у дугах кузова в головній частині, не знижуючи при цьому напружень у бічних балках кузова;
- посилення дуг даху дозволяє знизити напруження в них у 2–3 рази, хоча величини напружень не забезпечують необхідні значення коефіцієнтів запасу;
- посилення шпангоутів бічної стінки дозволяє знизити напруження в них до безпечного рівня.

Для оцінки характеристик витривалості рам візків моторних і причіпних вагонів електропоїздів EP1 і EP2 було проведено стендові вібраційні випробування. Під час проведення цього виду робіт була відпрацьована методика їхнього виконання. У результаті виконаного комплексу досліджень було розроблено

Технічні рішення з рекомендованими видами робіт щодо забезпечення експлуатації зазначених електропоїздів із подовженням строку служби до 45 років.

Звернімо увагу на те, що одним з основних факторів, який сприяє втраті несучої здатності несучих конструкцій (НК) рухомого складу, є корозійне зношування. У ряді випадків частини залізничних НК зазнають більш інтенсивного корозійного зношування за рахунок локальної концентрації агресивних середовищ. Тому під час оцінки ресурсу одиниць рухомого складу враховувався фактор зміни товщин елементів несучих конструкцій за рахунок корозії. На рисунку 3 зображено приклад корозійного зношування елемента візка електропоїзда зазначеної серії.



Рис. 3. Корозійне зношування консольної частини надресорної балки візка електропоїзда ЕР1 зав. № 033 (січень 2005 року)

Оскільки прогноз терміну служби НК РС найбільш часто проводиться на підставі оцінки опору втомі при фактичному стані корозії, завдання прогнозу подальшого можливого корозійного впливу навколишнього середовища є актуальним.

Для ілюстрації впливу корозійного зношення на рисунку 4 наведена фак-

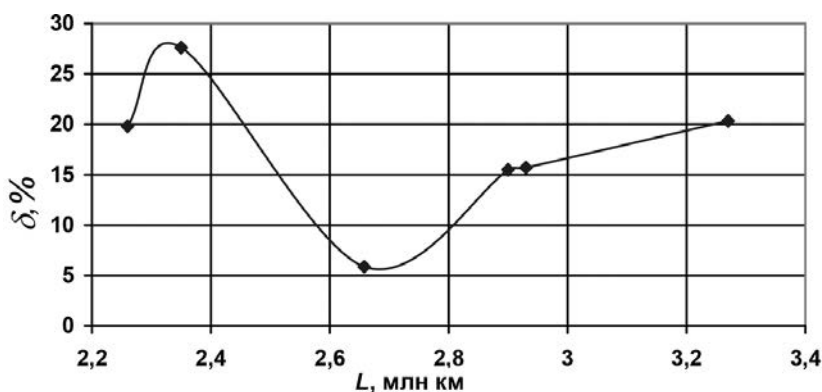


Рис. 4. Залежність зменшення товщини полки δ бічної поздовжньої балки рами кузова дизель-поїзда Д1 від пробігу L (у відсотках)



Рис. 5. Загальний вигляд дизель-поїзда ДР1А

тична залежність товщини бічної балки дизель-поїзда Д1 від пробігу. Нелінійність і неоднозначність отриманої залежності може бути пояснена неоднорідністю об'єктів обстеження різного терміну випуску. Подібна ситуація спостерігається, наприклад, у парку пасажирських вагонів, побудованих різними виробниками в різний час.

Подібні роботи, пов'язані із подовженням терміну експлуатації, виконувалися на дизель-поїздах Д1 і ДР1А, електропоїздах ЕР9П, ЕР9М, ЕР9Е, тепловозах М62, 2М62, 2ТЕ10, ТУ2, електровозах ЧС4, ВЛ60 та ВЛ8.

Зовнішній вигляд зазначених одиниць моторвагонного й тягового рухомого складу наведений на рисунках 5–15.

На рисунках 5 та 6 зображено дизель-поїзди ДР1А та Д1. У результаті виконаного комплексу робіт було роз-

роблено Технічні рішення й Технічні умови з рекомендованими видами робіт щодо забезпечення експлуатації дизель-поїздів із подовженням строку їхньої служби до 40, а потім і до 50 років. При цьому було запропоновано варіанти ремонтних робіт із посилення надресорних балок і піддизельних рам головних моторних вагонів у місцях, де з'явилися тріщини та злами, а також несучих конструкцій головних вагонів дизель-поїздів ДР1А у місцях розташування вузлів передачі тягового зусилля до рами кузова від моторних візків. Запропоновані варіанти модернізації були реалізовані працівниками моторвагонних депо, де експлуатуються названі одиниці рухомого складу.

Залишковий ресурс рам візків вагонів дизель-поїзда Д1 (причіпних та моторних вагонів) визначався шляхом порівняння питомих експлуатаційних (на 1 км руху МВРС) напрацювань, прийнятих як експлуатаційне навантаження, а також напрацювань щодо руйнування зразків матеріалу рам візків, отриманих із середніх частин нижніх полицок поздовжніх балок. Зразки матеріалу взяті з візків, що були у встановленому порядку вилучені з інвентарного парку після відпрацювання подовженого строку експлуатації (40 років). Розрахункова величина терміну експлуатації до проведення контролю ресурсу прийнята такою, що дорівнює зазначеній вище величині. З урахуванням того, що середні частини поздовжніх балок при вертикальному згині знаходяться в стані, близькому до плоского згину [2], напруження

по всій середній частині поздовжніх балок рам візків у запасі міцності під час розрахунку прийняті такими, що дорівнюють напруженням у контрольних точках рам візків (середина зазначеної частини рами).

Напруження в навантажених перерізах рам візків були перераховані з урахуванням нормативних [3] коефіцієнтів зменшення межі витривалості.

Навантаження в експлуатаційному режимі були отримані шляхом схематизації [4; 5] динамічних напружень за методом «дощу».

Електровози ЧС4 зазнали значних змін, пов'язаних із продовженням терміну служби, у тому числі й оцінкою впливу модернізації на показники міцності, динаміки, плавності й безпеки руху при швидкостях руху до 160 км/год. Модернізація електровозів ЧС4, проведена на Запорізькому електровозоремонтному заводі (ЗЕРЗ) при відповідному науковому супроводі фахівцями ГНДЛ ДМРС, дозволила провести встановлення нових кузовів виробництва ЗЕРЗ, а також нових рам візків виробництва ЧКД «Прага» і ПАТ «Луганськ-тепловоз». На рисунку 7 показаний дослідний зчеп, у складі якого перебувають звичайний і модернізований електровози ЧС4.

На рисунку 8 показано загальний вигляд електровоза ВЛ60. Аналіз пошкоджень основних елементів рам візків електровозів цієї серії дав підставу для проведення динамічних ходових і міцнісних випробувань. При цьому експериментально було визначено рівні напружень у небезпечних перерізах рам візків та встановлено зусилля, які формують найбільші рівні напружень у рамах візків. Для найбільш напруженого вузла рами візка (вузли з'єднання поперечних і поздовжніх балок рам візків) на підставі розрахунків напружено-деформованого стану було запропоновано способи модернізації, які сприяли зменшенню рівнів відповідних максимальних напружень. Запропоновані заходи модернізації дали можливість обґрунтувати та подовжити термін експлуатації.

У міру наближення до призначених строків експлуатації тепловозів М62, 2М62, 2ТЕ10 і вузькоколіяного тепловоза ТУ2 було проведено аналогічні роботи із продовження терміну їх служби. На рисунках 9 та 10 зображено тепловози М62 та 2М62.

На тепловозі 2М62 додатково до робіт із продовження терміну служби виконувалася робота з відпрацювання



Рис. 6. Загальний вигляд дизель-поїзда Д1



Рис. 7. Звичайний і модернізований електровози ЧС4 під час проведення випробувань



Рис. 8. Електровоз ВЛ60



Рис. 9. Загальний вигляд тепловоза М62



Рис. 10. Тепловоз 2М62 із вагоном-лабораторією під час проведення випробувань



Рис. 11. Загальний вигляд тепловоза 2ТЕ10

умов його руху у складі вантажних поїздів на ділянках із кривими малих радіусів.

При розв'язанні питань щодо подовження строку експлуатації несучих конструкцій тепловозів цієї серії було виконано динамічні ходові й міцнісні випробування, а також міцнісні розрахунки напружено-деформованого стану цих конструкцій. При визначенні ресурсу основних несучих конструкцій застосовувалася методика порівняльної оцінки рівнів навантаженості та напрацювань з аналогічними конструкціями тепловоза 2ТЕ116, для якого було виконано повний комплекс робіт, у т. ч. і ресурсні вібраційні випробування зразків, виготовлених з елементів відповідних конструкцій.

На рисунку 12 наведено вузькоколіїний тепловоз ТУ2. Для розв'язання питань щодо подовження призначеного строку експлуатації цих тепловозів фахівців ГНДЛ ДМРС було запрошено як консультантів-експертів для перевірки результатів виконаних робіт. Головною причиною для участі в цьому проекті послужувало те, що зазначені тепловози експлуатуються на дитячих залізницях, де проводять профорієнтаційну роботу з підготовки майбутніх спеціалістів-залізничників. Ця робота є актуальною й з точки зору забезпечення регулярних туристичних поїздок в умовах гір карпатського регіону та в межах ділянок колишнього Гайворонського відділку Південно-Західної залізниці.

На рисунку 13 подано дослідний зчеп, складений із чотирьох вагонів електропоїздів ЕР9М та ЕР9Е, вагона-лабораторії ДНУЗТ й електровоза ЧС4, за допомогою якого було проведено динамічні ходові й міцнісні випробування на основних напрямках експлуатації на Південно-Західній залізниці.

При визначенні ресурсу основних несучих конструкцій електропоїздів ЕР9М, ЕР9Е, як і під час розгляду подібних питань для тепловозів 2ТЕ10, була застосована методика порівняльної оцінки рівнів їхньої навантаженості й напрацювань із відповідними характеристиками аналогічних конструкцій електропоїзда ЕР9П, для якого було виконано повний комплекс робіт, у тому числі й ресурсні вібраційні випробування рам візків.

Досить значну роль у розв'язанні потреб технологічного циклу й подачі готової продукції промислового транспорту на колії магістрального транспорту

відіграла робота з подовження призначеного строку експлуатації тепловозів серії ТГМ6А (рис. 14).

При вирішенні питань щодо оцінки ресурсу основних несучих конструкцій рами кузова тепловоза було використано метод «слабкого елемента».

Основою підходу до оцінки залишкового ресурсу НК є використання як об'єкта випробувань самої металоконструкції, що була тривалий час в експлуатації, з використанням принципу «слабкого елемента». Цей принцип полягає в тому, що в досліджуваній конструкції виділяється один або кілька елементів-індикаторів, які з урахуванням їхньої відповідальності, топології й технології виконання конструкції перебувають у найбільш несприятливих умовах навантаження.

Сьогодні на електрифікованих ділянках постійного струму Укрзалізниці (Придніпровська й Донецька залізниці) основна частка забезпечення вантажних перевезень припадає на електровози ВЛ8 та частково електровози ДЕ1. Дослідний електровоз ВЛ8 із вагоном-лабораторією й складом вагонів вантажного поїзда зображено на рисунку 15.

Електровози цієї серії почали випускатися з 1956 року, а 1967 року їх випуск був припинений. На момент початку робіт із подовження терміну експлуатації строк експлуатації електровозів цієї серії перебував у межах 41–52 роки, а призначений строк експлуатації становить 30 років. Комплексні роботи щодо подовження терміну експлуатації, які виконувались у два етапи, дозволили збільшити строк експлуатації модернізованих електровозів ВЛ8 з виконанням відповідного рівня капітального ремонту до 55 років.

Для розв'язання проблемної ситуації з досить економічною витратою електроенергії під час експлуатації пасажирських поїздів із кількістю вагонів до 11–13 одиниць на Львівському локомотиворемонтному та Запорізькому електровозоремонтному заводах було організовано виготовлення з однієї секції електровоза ВЛ80 односекційного електровоза ВЛ40. Керівництвом Укрзалізниці було доручено фахівцям ГНДЛ ДМРС провести комплексні тягово-енергетичні та динаміко-міцнісні випробування електровозів цієї серії. На рисунку 16 наведено дослідний зчеп, з яким проводилися відповідні випробування електровоза ВЛ40.



Рис. 12. Вузькоколіїний тепловоз ТУ2



Рис. 13. Дослідний зчеп із вагонами електропоїздів EP9M, EP9E



Рис. 14. Загальний вигляд тепловоза ТГМ6А



Рис. 15. Дослідний електровоз ВЛ8 із вагоном-лабораторією й складом вагонів вантажного поїзда



Рис. 16. Дослідний зчеп з електровозом ВЛ40

РЕЗУЛЬТАТИ

Виконані комплексні тягово-енергетичні й динаміко-міцнісні випробування електровозів ВЛ40 сприяли початку їх виробництва та впровадження на Львівській та Одеській залізницях. При цьому було сформовано такі рекомендації:

- заводам-виробникам щодо поліпшення конструкції цих електровозів;
- локомотивним бригадам щодо деяких особливостей ведення поїздів із використанням цих локомотивів;
- надання відповідних характеристик та параметрів спеціалістам Укрзалізниці, які є необхідними при складанні графіка руху поїздів з електровозами цих серій.

У процесі експлуатації одиниць рухомого складу виявлено такі, що не підлягали капітальному ремонту із продовженням терміну служби (КРП). У цих ситуаціях було ухвалене рішення про розгляд питань поетапного продовження терміну служби. Метою поетапного продовження терміну служби ТРС є визначення змісту, обсягу й послідовності робіт, проведення яких забезпечує експлуатацію зазначених електропоїздів до проведення КРП.

Одиниці рухомого складу, які вичерпали встановлений термін служби, підлягають систематичному контролю. Такий контроль проводять згідно з Технічним рішенням щодо продовження терміну служби типів ТРС із моменту перевищення одиницею тягового рухомого складу призначеного для нього терміну служби.

Суцільний огляд одиниць парку ТРС, як правило, проводиться силами працівників локомотивних депо. Його метою є комісійна експертна оцінка фактичного стану основних несучих конструкцій ТРС для продовження терміну експлуатації до виконання робіт з подальшого етапу продовження їхнього терміну служби.

Розширений комісійний огляд основних НК візків і кузовів ТРС виконується силами працівників локомотивних депо за участі представника локомотивної служби відповідної залізниці й групи фахівців із неруйнівного контролю. Головною метою є комісійний інструментальний контроль стану основних несучих конструкцій для продовження терміну експлуатації ТРС до проведення КРП.

Для проведення розширеного комісійного огляду формується комісія, як правило, під головуванням головного інженера локомотивного депо.

ВИСНОВКИ

Наведені матеріали можуть бути використані під час проведення робіт з розробки практичних рекомендацій та заходів щодо продовження терміну експлуатації та як рекомендації з продовження терміну служби елементів конструкцій рам візків та кузовів тягового та моторвагонного рухомого складу, що підлягає динамічним знакозміним навантаженням.

Завдяки розробленим методикам було забезпечено безпечність експлуатації одиниць рухомого складу за межами призначеного терміну служби, і таким чином вирішено питання забезпечення потреб у пасажирських та вантажних перевезеннях. **Локомотив**

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бондарев О. М. Визначення строку служби несучих конструкцій моторвагонного рухомого складу із застосуванням методики порівняння їх динамічної завантаженості / О. М. Бондарев, В. Л. Горобець, І. М. Грущак // Вісник Дніпропет. нац. ун-ту заліз. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна. — Вип. 24. — Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. — С. 18–24.
2. Горобець В. Л. Аналіз експлуатаційної наробки несучих конструкцій рухомого складу в задачах продовження терміну його експлуатації / В. Л. Горобець, О. М. Бондарев, В. М. Скобленко // Вісник Дніпропет. нац. ун-ту заліз. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна. — Вип. 35. — Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. — С. 18–24.
3. Методика оцінки остаточного ресурса несучих конструкцій тягового подвижного состава. — К.: Гос. адміністрація ж.-д. транспорту України. — ДИИТ, 1998. — 51 с.
4. Нормы расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств экипажной части моторвагонного подвижного состава железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. — М.: ВНИИЖТ РФ, 1997.

5. Проведення досліджень та підготовка технічних рішень щодо поетапного подовження терміну служби електропоїздів EP1, EP2 до проведення їх капітально-відновлювального ремонту / Звіт з НДР, тема № 91.243.02.02-153/02-957.02. — Цттех. № ДР 0103U003337. — Д. : ДНУЗТ, 2003. — 97 с.
6. Розробка рекомендацій щодо збільшення ресурсу електропоїздів EP-1 на підставі проведення експериментально-аналітичних робіт / Отчет по НИР, тема 91.126.97.98-197/97-563.97.98. — Цттех. — Д. : ДДТУЗТ, 1998. — 116 с.
7. Розробка рекомендацій щодо збільшення ресурсу електропоїздів EP-2 на підставі проведення експериментально-аналітичних робіт / Отчет по НИР, тема 91.128.97.98-198/97-564.97.98. — Цттех. — Д. : ДДТУЗТ, 1998. — 112 с.
8. Lin Y. K. On statistical moments of fatigue crack propagation / Y. K. Lin, J. N. Yang // Ibid. 1986. — Vol. 25. — № 2. — P. 243–256.
9. Kozin F. On the probabilistic modeling of fatigue crack growth / F. Kozin, J. L. Bogdanoff // Eng. Fract. Mech, 1983. — Vol. 18. — № 3. — P. 623–632.
10. Orowan E.O. Fundamentals of brittle behavior of Metals «Fatigue and Fracture of Metals» (Murray W. M., ed), Wiley, N. Y., 1950. — P. 139–167.

Отримано 23.07.2015

В. Л. ГОРОБЕЦ¹, А. М. БОНДАРЕВ²,

¹Д. т. н., главный сотрудник отраслевой научной лаборатории динамики и прочности подвижного состава, кафедра «Строительная механика», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, дом 2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс: +38(056)7931908, эл. почта: onildpps@gmail.com

²Доцент, кафедра «Строительная механика», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, дом 2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс: +38(056)7931908, эл. почта: bondam286@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПРОЧНОСТИ И ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЯГОВОГО И МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

Цель. На железных дорогах Украины более 85% единиц тягового и моторвагонного подвижного состава, находящихся в эксплуатации, работают за пределами назначенного срока эксплуатации. Для решения вопроса продления срока эксплуатации специалистами ДНУЖТ был разработан соответствующий комплекс научно-исследовательских работ. Эти работы, как показал опыт, оказались способными обеспечить продление срока эксплуатации подвижного состава даже до 50 лет от построения. **Методика.** На основе проведенных работ разработаны мероприятия, которые будут способствовать постепенной замене устаревших единиц подвижного состава на новые при условии обеспечения заказов на перевозку пассажиров и грузов. **Результаты.** Разработанные методики апробированы на определенном количестве единиц тягового и моторвагонного подвижного состава во время проведения работ по продлению срока их службы в пределах до 50 лет. Результаты этих работ показали реализуемость разработанных основных положений и документов по безопасной эксплуатации единиц подвижного состава в пределах длительного срока эксплуатации. **Научная новизна.** К элементам научной новизны следует отнести то, что в работе показано, как в зависимости от различных обстоятельств можно применить различные методики для решения вопросов продления назначенного срока эксплуатации единиц подвижного состава. **Практическая значимость.** Благодаря разработанным методикам обеспечена безопасность эксплуатации единиц подвижного состава за пределами назначенного срока службы.

Ключевые слова: подвижной состав, сроки эксплуатации, прочность, напряжение, деформации, усталость, несущие конструкции.

V. L. GOROBETS^{1*}, A. M. BONDAREV²

¹ Dr. Sc., Chief of sectoral scientific laboratory of dynamics and strength of rolling stock, Department «Structural Mechanics», Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel./fax:+38(056)7931908, e-mail: onildpps@gmail.com

² Associate Professor, Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named Academician V. Lazaryan, Lazaryan, St., 2, Dnepropetrovsk, Ukraine; 49010, tel./fax:+38(056)7931908, e-mail. Mail bondam286@gmail.com

RESEARCH OF STRENGTH AND ELONGATION OF SERVICE LIFE OF BEARING STRUCTURES OF TRACTION AND MOTOR-WAGON ROLLING STOCK OF UKRAINIAN RAILWAYS

Purpose. More than 85% of units of traction and motor-wagon rolling stock in service on Ukrainian railways work outside the designated period of operation. Specialists of DNUZT has developed the relevant complex of research works to address the question of life extension. As experience has shown, these works have been able to ensure the continuation of lifetime of rolling stock even up to 50 years from the construction. **Methods.** On the basis of the conducted works measures that will contribute to the gradual replacement of obsolete units of rolling stock for new provided ensuring of orders for orders for passenger and freight transportation has developed. **Results.** The developed methodology was tested on a number of traction and motor-wagon units of rolling stock during the work on the extension of their service within 50 years. The results of these studies showed realization of developed basic terms and documents related to the safe operation of rolling stock units within the extended period of operation. **Scientific innovation.** The elements of scientific innovation should include the fact that the work shows how, depending on various circumstances can apply different methods for solving the extension of the assigned lifetime of rolling stock unit. Due to the developed technique the safety of the operation units of rolling stock outside the designated service life ensured.

Keywords: rolling stock, service life, strength, tension, deformation, fatigue, supporting structures.