

В.Л. ГОРОБЕЦЬ¹, О.М. БОНДАРЄВ^{2*}

¹ Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, дом 2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина; 49010, тел./факс +380567931908, ел. почта onildpps@gmail.com

^{2*} Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, бы.2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина; 49010, тел./факс +380567931908, ел. почта bondam286@gmail.com

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

Введення: На залізницях України понад 85% одиниць тягового та моторвагонного рухомого складу, що знаходяться в експлуатації, працюють за межами призначеного (20-25 років від побудови) терміну експлуатації. Для вирішення питання подовження терміну експлуатації одиниць тягового та моторвагонного рухомого складу, що знаходяться в експлуатації за межами призначеного терміну експлуатації визначення спеціалістами ДНУЗТа 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. При визначенні термінів подовження експлуатації застосовувалися різні методики, а для забезпечення безпечної експлуатації одиниць рухомого складу, в межах подовженого терміну, розроблялися технічні рішення відповідних заходів, які повинні виконуватися під час проведення оглядів стану несучих конструкцій та ремонтів та оглядів стану несучих конструкцій. Проведення цих робіт повинно було сприяти поступовій заміні застарілих одиниць рухомого складу на нові при умові забезпечення замовлень на перевезення пасажирів та вантажів.

Мета роботи полягає в розробці методології робіт, яка як в Україні, так і в Росії складається з наступного:

- оцінка динамічних якостей рухомого складу й експлуатаційної навантаженості основних несучих конструкцій рам візків і кузовів одиниць рухомого складу шляхом проведення динамічних ходових і динамічних міцносних випробувань;
- експериментальна оцінка границі витривалості рам візків при проведенні їх стендових вібраційних випробувань (у зв'язку з відсутністю можливості визначення ідентичних характеристик для кузова, шляхом проведення їх ресурсних випробувань із доведенням до руйнування, ухвалені рішення такі випробування проводити тільки для рам візків);
- оцінка міцносних якостей несучих конструкцій кузова й рам візків з використанням методу скінчених елементів.

Результати: Розроблені методики було апробовано на певній кількості одиниць тягового та моторвагонного рухомого складу під час проведення робіт з продовження терміну їх служби в межах до 50 років. Результати цих робіт показали реалізуємість розроблених основних положень та документів щодо забезпечення безпечної експлуатації одиниць рухомого складу в межах подовженого терміну експлуатації.

Наукова новизна: До елементів наукової новизни слід віднести те, що в роботі показано, як в залежності від різних обставин буде можливим застосувати різні методики для вирішування питань подовження призначеного терміну експлуатації одиниць рухомого складу.

Практична значимість: 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, але ж за цей час не було вирішено питання суттєвого оновлення парку рухомого складу залізниць України.

Висновки: Під час вирішування питань подовження призначеного терміну експлуатації можуть бути використані різні методики, але ж обов'язковими етапами мають бути ті, які визначені в методології проведення цих робіт.

Ключові слова: одиниці рухомого складу, терміни експлуатації, міцність, напруження, деформації, втома, несучі конструкції.

Введення:

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 імені академіка В.Лазаряна починаючи з кінця 60 – их років минулого сторіччя. В 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 спецпризначення на дію поздовжніх ударних навантажень. Метою випробувань вагонів на зіткнення є оцінка напруженого стану несучих конструкцій, перевірка міцності одиниць рухомого складу і його встаткування при ударі в автозчеплення із заданою силою або швидкістю.

Ці випробування, хоча й призначені для оцінки міцності несучих конструкцій, але при цьому не мають нічого загального з оцінкою ударної витривалості одиниць рухомого складу, оскільки не враховувався характер циклічного навантаження, що має місце в експлуатації, коли число навантажень може становити 10^5 і більш циклів. Тому з 1973 року в лабораторії почали розроблятися методики й проводитися прискорені ресурсні випробування одиниць рухомого складу.

Під час поділу СРСР на ряд незалежних держав, Україні в спадщину передається великий парк електропоїздів та електровозів серій EP1, EP2, ВЛ8, ВЛ60. Серед зазначених серій присутній 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 обставинами, що склалися в локомотивному господарстві України з перевищенням призначених термінів експлуатації, гострим виявилось питання продовження призначеного терміну служби моторвагонного й тягового рухомого складу. До розв'язку цього досить важливого завдання за замовленнями Укрзалізниці фахівці ГНДЛ ДМРС приступають в 1996 році. Що до розв'язку питань продовження призначеного терміну служби одиниць рухомого складу необхідно було розробити:

методику виконання циклу робіт з продовження строку експлуатації одиниць рухомого складу; програми проведення динамічних ходових, динамічних міцносних випробувань з 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 ж фрагментів несучих конструкцій рам візків і рам кузовів; пакети прикладних програм по обробці результатів вимірів зареєстрованих процесів при проведенні натурних випробувань; пакети прикладних програм для проведення чисельних розрахунків з визначення ресурсу несучих конструкцій одиниць рухомого складу за межами призначеного терміну експлуатації.

Перший комплекс робіт із продовження терміну служби рухомого складу (РС) було проведено в 1997 – 1998 рр з електропоїздами EP1 і EP2 які серійно випускалися відповідно з 1957 по 1962 роки. Під час проведення зазначених робіт більшість секцій вказаних електропоїздів вичерпала призначений строк експлуатації, рівним 28 рокам.

Мета роботи:

Роботи з продовження терміну служби рухомого складу проводилися одночасно в трьох напрямках подібних досліджень, що визначили надалі методологію їх проведення:

- оцінка динамічних якостей рухомого складу й експлуатаційної навантаженості основних несучих конструкцій (рам візків і кузовів) шляхом проведення динамічних ходових і динамічних міцносних випробувань;
- оцінка міцносних якостей несучих конструкцій кузова й рам візків з використанням методу скінчених елементів;
- експериментальна оцінка границі витривалості рам візків при проведенні їх стендових вібраційних випробувань (у зв'язку з відсутністю можливості визначення ідентичних характеристик для кузовів, шляхом проведення їх ресурсних випробувань із доведенням до руйнування, ухвалене рішення такі випробування проводити тільки для рам візків).

Далі наведено загальні види типів рухомого складу та методики і результати з подовження терміну їх експлуатації.

Вид електропоїздів серії EP1, з якими проводилися комплекс робіт з вирішування питань подовження терміну експлуатації, показано на рис. 1



Рис.1 Електропоїзд EP1

Кузова вагонів електропоїздів даної серії разом з його рамою являють собою єдину несучу конструкцію, що й було враховано при розробці розрахункових схем методу скінчених елементів для оцінки показників міцності його елементів та при розробці рекомендацій з їх посилення.

Результати Для теоретичної оцінки рівня напружено-деформованого стану несучих елементів конструкцій кузова й рам візків, що виникають в умовах експлуатації, як відзначалося вище використовувався метод скінчених елементів (МСКЭ). Нижче на рис. 2 показана скінчено-елементна розрахункова схема, використовувана при проведенні міцносних розрахунків головного вагона електропоїзда EP1 з модифікованою рамою, модель якого дозволила також оцінювати навантаженість причіпних вагонів обох типів електропоїздів. Розрахункова схема кузова вагона складалася з 2028 стержневих і пластинчастих скінчених елементів.

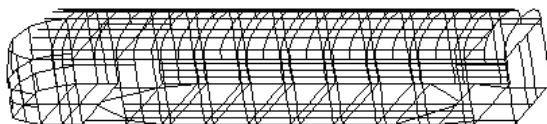


Рис. 2. Розрахункова схема кузова вагона електропоїзда

Виконані розрахунки дозволили зробити наступні висновки:

- збільшення жорсткості бічних балок приводить до перерозподілу напружень бічної балки вагона в місця 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 в 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 були проведені стендові вібраційні випробування. Під час проведення цього виду робіт була відпрацьована методика їх виконання. У результаті виконаного комплексу досліджень були розроблені Технічні рішення з рекомендованими видами робіт з забезпеченням експлуатації зазначених електропоїздів із продовженням строку їх служби до 45 років.

Привернемо увагу на те, що одним з основних факторів, який сприяє втраті несучої здатності несучих конструкцій (НК) РС, є корозійне зношування. У ряді випадків, частини залізничних НК зазнають більш інтенсивне корозійне зношування за рахунок локальної концентрації агресивних середовищ. Тому далі при оцінці ресурсу одиниць рухомого складу враховувався фактор зміни товщин елементів несучих конструкцій за рахунок корозії. На рис. 3 показано приклад корозійного зношування елемента візка електропоїздів даної серії.

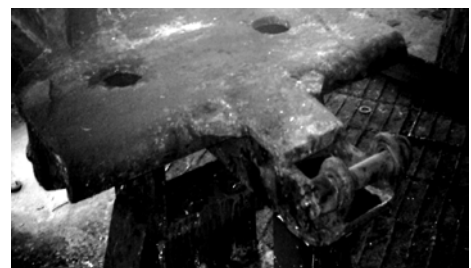


Рис. 3. Корозійне зношування консольної частини надресорної балки візка електропоїзда EP1 зав. № 033 (січень 2005 р.).

Оскільки прогноз терміну служби НК РС найбільш часто робиться на підставі оцінки

їх опору втоми при фактичному стані корозії, завдання прогнозу подальшого можливого корозійного впливу навколишнього середовища є актуальним.

Для ілюстрації впливу корозійного зношення на рис. 4 наведена фактична залежність товщини бічної балки дизель-поїзда Д1 від пробігу. Нелінійність і неоднозначність отриманої залежності може бути поясненою неоднорідністю об'єктів обстеження різного віку. Подібна ситуація спостерігається, наприклад, у парку пасажирських вагонів, побудованих різними виробниками в різні періоди часу.

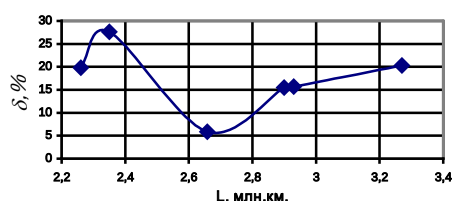


Рис. 4. Залежність процентного зменшення товщини полки δ бічної поздовжньої балки рами кузова дизель-поїзда Д1 від пробігу L .

Далі подібні роботи, пов'язані із продовженням строку експлуатації виконувалися з дизель-поїздами Д1 і ДР1А, електропоїздами ЕР9П, ЕР9М, ЕР9Е, тепловозами М62, 2М62, 2ТЕ10, ТУ2, електровозами ЧС4, ВЛ60 та ВЛ8.

Зовнішній вигляд зазначених одиниць моторвагонного й тягового рухомого складу наведено на рис.5- 15.

На рис.5 та 6 показане дизель-поїзда ДР1А та Д1. У результаті виконаного комплексу робіт з дизель-поїздами цих серій були розроблені Технічні рішення й далі Технічні умови з рекомендованими видами робіт із забезпечення експлуатації зазначених дизель-поїздів із продовженням строку їх служби до 40, а потім і до 50 років. При цьому було запропоновано варіанти ремонтних робіт з посилення надресорних балок і піддизельних рам головних моторних вагонів, у місцях, де з'являлися тріщини та злами, а також несучих конструкцій головних вагонів дизель-поїздів ДР1А в місцях розташування вузлів передачі тягового зусилля до рами кузова від моторних візків. Запропоновані варіанти модернізацій були реалізовані працівниками моторвагонних депо, де експлуатуються вказані одиниці рухомого складу.



Рис.5 Загальний вид дизель-поїзда ДР1А



Рис.6 Загальний вигляд дизель-поїзда Д1

Залишковий ресурс рам візків вагонів дизель-поїзда Д1 (причіпних та моторних вагонів) визначався шляхом порівняння питомих експлуатаційних (на 1 км. руху МВРС), наробітків, прийнятих в якості експлуатаційного навантаження, а також наробітків до руйнування зразків матеріалу рам візків, отриманих з середніх частин нижніх полиць поздовжніх балок. Зразки матеріалу взяті з візків, що були у встановленому порядку виключеними з інвентарю після відпрацювання подовженого строку експлуатації (40 років). Розрахункова величина строку експлуатації до проведення контролю ресурсу прийнята рівній зазначеній вище величині. Враховуючи те, що середні частини поздовжніх балок при вертикальному згині знаходяться у стані, близькому до плоского згину [2], напруження по всій середній частині поздовжніх балок рам візків в запас міцності розрахунку прийняті рівними напруженням в контрольних точках рам візків (середина зазначеної частини рами).

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

Навантаження в експлуатаційному режимі були отримані шляхом схематизації [4,5] динамічних напружень за методом „дошу”.

З електровозами серії ЧС4 виконано великий комплекс робіт, пов'язаний із продов-

женням терміну служби, у тому числі й роботи з оцінки впливу модернізації на показники міцності, динаміки, плавності й безпеки руху при швидкостях руху до 160 км/год. Модернізація електровозів серії ЧС4 виконана на Запорізькому електровозоремонтному заводі (ЗЕРЗе) при відповідному науковому супроводі робіт фахівцями ГНДЛ ДМРС, дозволила впровадити установку нових кузовів виробництва ЗЕРЗ, а також нових рам візків виробництва ЧКД «Прага» і ХК «Луганськтепловоз».

Нижче на рис.7 показано дослідний зчеп, у складі якого перебувають звичайний і модернізований електровози ЧС4



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

На рис. 8 показано загальний вид електровоза ВЛ60. Аналіз пошкоджень основних елементів рам візків електровозів цієї серії дав підставу в необхідності проведення динамічних ходових і динамічних міцносних випробувань. При цьому було експериментально визначено рівні напружень в небезпечних перерізах рам візків та встановити 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 надали можливість обґрунтувати та подовжити термін експлуатації



Рис. 8 Електровоз ВЛ60

У міру наближення до призначених строків експлуатації тепловозів М62, 2М62, 2ТЕ10 і вузькоколійного тепловоза серії ТУ2 були проведені аналогічні роботи із продовження терміну їх служби. На рис 9 та 10 показано тепловози М62 й 2М62.



Рис. 9 Загальний вид тепловоза М62



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

З тепловозом 2М62 додатково до робіт із продовження терміну служби виконувалася робота з відпрацювання умов його руху у складі вантажних поїздів на ділянках із кривими малих радіусів.

На рис. 11 показано загальний вид тепловоза 2ТЕ10



Рис. 11 Загальний вид тепловоза 2ТЕ10

При розв'язку питань з продовження строку експлуатації несучих конструкцій тепловозів цієї серії були виконані динамічні ходові й динамічні міцнісні випробування, а також міцнісні розрахунки напружено-деформованого стану цих конструкцій. При визначенні ресурсу основних несучих конструкцій була застосована методика порівняльної оцінки рівнів їх навантаженості й наробітків з аналогічними конструкціями тепловоза 2ТЕ116, для якого був виконаний повний комплекс робіт, у тому числі й ресурсні вібраційні випробування зразків, виготовлених з елементів відповідних конструкцій.

На рис. 12 показано вузькоколіїний тепловоз ТУ2.



Рис.12 Вузькоколіїний тепловоз ТУ2

Для розв'язку питань з продовження призначеного строку експлуатації тепловозів цієї серії фахівці ГНДЛ ДМРС були притягнуті в якості консультантів і експертів результатів виконаних робіт. Основною мотивацією участі у цій роботі насамперед було те, що ці тепловози експлуатуються на дитячих залізницях, де ведеться профорієнтаційна робота з підготовки майбутніх студентів вищих навчальних закладів залізничного профілю. Ця робота є доцільною також і з точки зору забезпечення розв'язку туристичних поїздок в умовах гір карпатського регіону та в межах

дільниць минулого Гайворонського відділку Південно-Західної залізниці.

На рис.13 представлено дослідний зчеп, складений із чотирьох вагонів електропоїздів ЕР9М и ЕР9Е, вагона-лабораторії ДНУЗТа й електровоза ЧС4 за допомогою якого були проведені динамічні ходові й динамічні міцнісні випробування на основних напрямках їх експлуатації на Південно-Західній залізниці.



Рис. 13 Дослідний зчеп з вагонами електропоїздів ЕР9М, ЕР9Е

При визначенні ресурсу основних несучих конструкцій електропоїздів ЕР9М, ЕР9Е як і при розгляді подібних питань для тепловозів 2ТЕ10 була застосована методика порівняльної оцінки рівнів їх навантаженості й наробітків з відповідними характеристиками аналогічних конструкцій електропоїзда ЕР9П, для якого був виконаний повний комплекс робіт, у тому числі й ресурсні вібраційні випробування рам візків.

Досить істотною допомогою для розв'язку потреб технологічного циклу й подачі готової продукції промислового транспорту на колії магістрального транспорту була виконана робота по продовженню призначеного строку експлуатації тепловозів серії ТГМ6А. Зовнішній вигляд даного тепловоза показаний на рис. 14.



Рис.14 Загальний вид тепловоза ТГМ6А

При розв'язку питань з оцінки ресурсу основних несучих конструкцій рами кузова тепловоза був використаний метод «слабкого елемента».

Основою підходу до оцінки залишкового ресурсу НК полягає у використанні в якості об'єкта «випробувань» саму металоконструкцію, що була тривалий час в експлуатації, з використанням принципу «слабкого елемента», який полягає в наступному.

У досліджуваній конструкції виділяється один або кілька елементів – «індикаторів», які з обліком їх відповідальності, топології й технології виконання конструкції перебуває в найбільш несприятливих умовах навантаження.

Сьогодні на електрифікованих ділянках постійного струму Укрзалізниці (Придніпровська й Донецька залізниці) основна вага забезпечення вантажних перевезень припадає на електровози ВЛ8 та частина на електровози ДЕ1. Дослідний електровоз ВЛ8 з вагоном-лабораторією й складом вагонів вантажного поїзда наведено на рис. 15.



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

Електровози цієї серії почали випускатися в 1956 році а в 1967 році їх випуск був припинений. На момент початку робіт з продовження терміну експлуатації строк експлуатації електровозів цієї серії перебував в діапазоні 41-52 років, а призначений строк експлуатації становить 30 років. Комплексні роботи з продовження строку експлуатації, які виконувалися у два етапи, дозволили продовжити строк експлуатації модернізованих електровозів ВЛ8 з виконанням відповідного рівня капітального ремонту до 55 років.

Для розв'язку проблемної ситуації економічної витрати електроенергії при водінні пасажирських поїздів з кількістю вагонів до 11-13 одиниць в Україні на Львівському ло-

комотиворемонтному та на 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 рис.16 показано дослідний зчеп, з яким проводилися відповідні випробування електровоза серії ВЛ40.



Рис. 16 Дослідний зчеп з електровозом ВЛ40

Виконані комплексні тягово-енергетичні й динаміко-міцнісні випробування електровозів ВЛ40 сприяли початку виробництва та впровадженню їх на Львівській і Одеській залізницях. При цьому було сформульовано рекомендації: заводам – виготовлювачам по поліпшенню конструкції цих електровозів; локомотивним бригадам по деяких особливостях водіння поїздів з використанням цих локомотивів; надати відповідні характеристики та параметри спеціалістам Укрзалізниці, які є необхідними при складанні графіка руху поїздів з електровозами цих серій.

У процесі експлуатації одиниць рухомого складу зустрічаються такі, з якими не проводився капітальний ремонт 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 призначення змісту, обсягу й послідовності робіт, проведення яких забезпечує експлуатацію зазначених електропоїздів до проведення КРП.

Одиниці рухомого складу, які вичерпали встановлений термін служби, підлягають систематичному не руйнуючому контролю. Заходи не руйнуючого контролю виконуються згідно з Технічними рішеннями щодо продовження терміну служби типів ТРС регламентами з моменту перевищення одини-

цею рухомого складу призначеного для нього терміну служби.

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

Розширений комісійний огляд основних НК візків і кузовів ТРС виконується силами працівників локомотивних депо при участі представника локомотивної служби відповідної залізної дороги й групи фахівців з не руйнуючого контролю. Його метою є комісійний інструментальний контроль стану основних несучих конструкцій для подовження строку експлуатації ТРС до проведення КРП.

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

Наведені матеріали виконаного комплексу робіт даного наукового напрямку можуть бути використаними в якості рекомендацій та заходів з подовження терміну служби елементів конструкцій рам візків та кузовів тягового та моторвагонного рухомого складу, що навантажуються динамічними знакозмінними навантаженнями, під час проведення робіт з розробки практичних рекомендацій та заходів з подовження терміну їх служби.

Наукова новизна: На підставі наведених результатів комплексу виконаних робіт з подовження терміну служби тягового та моторвагонного рухомого складу відмітимо те, що до елементів наукової новизни слід віднести наступне. В залежності від різних обставин (неможливість виконати окремі етапи робіт, що включаються в загальну кількість) слід застосовувати різні методики для вирішування питань подовження призначеного терміну експлуатації одиниць рухомого складу.

Практична значимість: 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.

Висновки: Під час вирішування питань подовження призначеного терміну експлуатації можуть бути використані різні методики, але ж обов'язковими етапами мають бути ті, які визначені в методології проведення цих робіт.

Список використаних літературних джерел

1. Бондарев О. М. Визначення строку служби несучих конструкцій моторвагонного рухомого складу із застосуванням методики порівняння їх динамічної навантаженості/ О.М. Бондарев, В.Л. Горобець, І.М. Грушак // Вісник Дніпропет. нац. ун-ту залізн. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна, – Вип. 24, – Дніпропетровськ: Вид - во ДНУ ЗТ, 2008. – С.18-24.
2. Горобець В.Л. Аналіз експлуатаційної нароби несучих конструкцій рухомого складу в задачах продовження терміну його експлуатації /Горобець В.Л., Бондарев О.М. Скобленко В.М. // Вісник Дніпропет. нац. ун-ту залізн. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна, – Вип. 35, – Дніпропетровськ: Вид - во ДНУ ЗТ, 2008. – С.18-24.
3. Методика оценки остаточного ресурса несущих конструкций тягового подвижного состава. – К: Гос. администрация ж.д. транспорта Украины, 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 по поетапному подовженню терміну служби електропоїздів ЕР1, ЕР2 до проведення їх капітально – відновлювального ремонту. : Звіт з НДР, тема № 91.243.02.02 - 153/02 – 957.02 – Цтех. № ДР 0103U003337. – Д: ДНУ ЗТ, 2003. – 97 с.
6. Розробка рекомендацій щодо збільшення ресурсу електропоїздів ЕР-1 на підставі проведення експериментально-аналітичних робіт Отчет по НИР, тема 91.126.97.98 - 197/97 - 563.97.98 – Цтех. – Дніпропетровськ: ДДТУЗТ, 1998. – 116 с.
7. Розробка рекомендацій щодо збільшення ресурсу електропоїздів ЕР-2 на підставі проведення експериментально-аналітичних робіт Отчет по НИР, тема 91.128.97.98 - 198/97 - 564.97.98 – Цтех. – Дніпропетровськ: 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. - N 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. -N 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.

В.Л. ГОРОБЕЦ¹, О.М. БОНДАРЕВ^{2*}

¹ Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, дом 2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина; 49010, тел./факс +380567931908, эл. почта onildpps@gmail.com

^{2*} Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, дом.2, ул. Лазаряна, Днепропетровск, Украина; 49010, тел./факс +380567931908, эл. почта bondam286@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПРОЧНОСТИ И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЯГОВОГО И МО- ТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

Введение: На железных дорогах Украины свыше 85% единиц тягового и моторвагонного подвижного состава, находящиеся в эксплуатации, работают за пределами назначенного (20-25 лет от построения) термина эксплуатации. Для решения вопроса продления срока эксплуатации единиц тягового и моторвагонного подвижного состава, которые находятся в эксплуатации за пределами назначенного срока эксплуатации специалистами ДНУЖТа был разработан соответствующий комплекс научно-исследовательских работ. Эти работы, как показал опыт, оказались способными обеспечить продление срока эксплуатации подвижного состава до 50 лет от построения. При определении сроков продления эксплуатации применялись разные методики, а для обеспечения безопасной эксплуатации единиц подвижного состава, в пределах продленного срока, разрабатывались технические решения соответствующих мероприятий, которые должны выполняться во время проведения обследований состояния несущих конструкций и ремонтов. Проведение этих работ должно было способствовать постепенной замене устаревших единиц подвижного состава на новые при условии обеспечения потребностей в перевозках пассажиров и грузов.

Цель работы заключается в разработке методологии работ, которая как в Украине, так и в России состоит из следующего:

- оценка динамических качеств подвижного состава и эксплуатационной нагруженности основных несущих конструкций рам тележек и кузовов единиц подвижного состава путем проведения динамических ходовых и динамических прочностных испытаний;
- экспериментальная оценка предела выносливости рам тележек при проведении их стендовых вибрационных испытаний (в связи с отсутствием возможности определения идентичных характеристик для кузова, путем проведения их ресурсных испытаний с доведением к разрушению, принятое решение такие испытания проводить только для рам тележек);
- оценка прочностных качеств несущих конструкций кузова и рам тележек с использованием метода конечных элементов.

Результаты: Разработанные методики было апробировано 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 относительно обеспечения безопасной эксплуатации единиц подвижного состава в пределах удлинённого срока эксплуатации.

Научная новизна: К элементам научной новизны следует отнести то, что в работе показано, как в зависимости от разных обстоятельств будет возможным применить разные методики для решения вопросов удлинения назначенного срока эксплуатации единиц подвижного состава.

Практическая значимость: Благодаря разработанным методикам была обеспечена безопасность эксплуатации единиц подвижного состава за пределами назначенного срока службы и таким образом решены вопросы обеспечения потребностей в пассажирских и грузовых перевозках, но к сожалению за это время не были решены вопросы существенного обновления парка подвижного состава железных дорог Украины.

Выводы: При решении вопросов продления назначенного срока эксплуатации могут быть использованы разные методики, но при этом обязательными должны быть те, которые определены в методологии проведения этих работ.

Ключевые слова: единицы подвижного состава, сроки эксплуатации, прочность, напряжения, деформации, усталость, несущие конструкции.

V.L. GOROBETS¹, O.M. BONDAREV² *

¹ Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after V. Lazarian, Building 2, Street. Lazarian, Dnepropetrovsk, Ukraine; 49010, tel. / Fax 380 567 931 908, e-mail. Mail onildpps@gmail.com

² * Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after V. Lazarian, dom.2 Street. Lazarian, Dnepropetrovsk, Ukraine; 49010, tel. / Fax 380 567 931 908, e-mail. Mail bondam286@gmail.com

Study Questions STRENGTH AND EXTENSION SERVICE BEARING STRUCTURES AND TRACTION MOTOR VAGONNOGO railway rolling stock UKRAINE

Introduction: The railways of Ukraine more than 85% of the traction unit and multiple units in service, work outside the designated (20-25 years of construction), the term of exploitation. To address the issue of extending the life of the traction unit and multiple units that are operating outside of the designated lifetime DNUZhTa experts developed an appropriate set of scientific research. These works, as experience has shown, have been able to secure the extension of the life of the rolling stock of 50 years of construction. The timing of the extension of operation used different methods, and to ensure safe operation of rolling stock units, within the extended deadline, to develop technical solutions related activities to be carried out during the surveys of load-bearing structures and repairs. Carrying out this work was to contribute to the gradual replacement of obsolete units of rolling stock provided that the new requirements for the carriage of passengers and cargo.

The purpose of the work is to develop a methodology of work, which in Ukraine and in Russia consists of the following:

- Evaluation of the dynamic qualities of the rolling stock and loading of operational bases-tion bearing structures bogie frames and bodies of units of rolling stock by the dynamic of the conducted-running and dynamic strength tests;
- Experimental evaluation of fatigue limit bogie frames during their vibration test bench (in the absence of the possibility of determining the characteristics identical to the body, through their endurance tests with bringing destruction, the decision to carry out such tests only for bogie frames);
- Evaluation of strength properties of bearing structures of the body and bogie frames using the finite element method.

Results: The developed method was tested on a number of traction units and multiple units during the work on the extension of their service life of up to 50 years. The results of these studies demonstrated the feasibility of the developed basic provisions and documents concerning the safe operation of rolling stock units within the extended period of operation.

Scientific novelty: The elements of scientific novelty include the fact that the work shows how, depending on various circumstances, it will be possible to apply different methods to address lengthening the life of the designated units of rolling stock.

Practical value: Because of the developed methods was to ensure the safety of the rolling stock operating units outside of its service life, and thus meet the needs of resheni questions in passenger and freight traffic, but unfortunately during this time have not been resolved issues of substantial renewal of the rolling stock for railways of Ukraine .

Key words: units of rolling stock, the operating life, strength, stress, strain, fatigue, load-bearing structures.