

УДК 629.4.015

DOI: 10.34029/2311-4061-2019-131-2-09-13

Канд. техн. наук Кара С. В.

Магістр Петренко В. О.

Магістр Прокопенко П. М.

Аспірант Гордієнко Т. М.

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТЕПЛОВОЗІВ СЕРІЇ ЧМЕЗ ТА ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Ключові слова: локомотив, тепловоз ЧМЕЗ, несучі конструкції, випробування, строк служби.

Вступ

Метою роботи є оцінка можливості подальшої безпечної експлуатації маневрових тепловозів ЧМЕЗ. Для досягнення поставленої мети було вивчено технічний стан несучих конструкцій цього тепловоза, які визначають його безпечну експлуатацію, та вирішені наступні науково-технічні задачі, відносно тепловозів ЧМЕЗ:

- аналіз експлуатації та несправностей несучих конструкцій тепловозів;
- розробка програми та методики ходових міцнісних випробувань;
- проведення ходових міцнісних випробувань несучих конструкцій тепловозів;
- визначення залишкового ресурсу несучих конструкцій тепловозів серії ЧМЕЗ;
- розробка технічного рішення щодо забезпечення безпечної експлуатації тепловозів серії ЧМЕЗ АТ «Укрзалізниця» при продовженні терміну їх експлуатації.

Методи дослідження – методи класичної механіки, об'єктно-орієнтованого програмування, цифрової обробки сигналів, математичної статистики, аналізу статичного та динамічного напружено-деформованого стану, оцінки запасу опору втомі та втомної довговічності металевих конструкцій.

Аналіз показників експлуатації та несправностей несучих конструкцій тепловозів серії ЧМЕЗ

На даний час в інвентарному парку залізниць України нараховується близько 1200

тепловозів серії ЧМЕЗ. На основі діючих нормативних документів забезпечується їх безпечна експлуатація зі строком служби до 50 років з дати побудови локомотива. З метою забезпечення безперебійного виконання підприємствами АТ «Укрзалізниця» перевезень, актуальним залишається завдання з забезпечення експлуатації тягового рухомого складу поза продовженим строком служби, у тому числі тепловозів ЧМЕЗ. Виходячи з цього, впливає необхідність проведення комплексних досліджень, спрямованих на обґрунтування технічних рішень щодо забезпечення експлуатації зі збереженням динамічних та міцнісних характеристик тепловоза.

У відповідності до технічного завдання на дослідження проведено аналіз несправностей несучих конструкцій тепловозів серії ЧМЕЗ, розроблено програму та методику ходових міцнісних випробувань тепловозів серії ЧМЕЗ, проведено ходові міцнісні випробування тепловозів серії ЧМЕЗ, визначено залишковий ресурс їх несучих конструкцій та розроблено технічне рішення щодо забезпечення безпечної експлуатації тепловозів серії ЧМЕЗ АТ «Укрзалізниця» при продовженні терміну їх експлуатації.

За результатами проведеного аналізу наявного в АТ «Укрзалізниця» парку тепловозів серій ЧМЕЗ, ЧМЕЗТ, ЧМЕЗЕ було встановлено наступне:

1. Парк тепловозів серії ЧМЕ складається з наступної кількості:

- серія ЧМЕЗ - 1021 од. або 81,9 %;
- серія ЧМЕЗТ – 195 од. або 15,7 %;
- серія ЧМЕЗЕ – 30 одиниць або 2,4 %.

2. За роками побудови тепловози розподіляються в діапазоні від 1966 по 1994 роки. Відповідно віковий діапазон тепловозів, відносно 2018 року, становить 24-52 роки, при встановленому їх виробником нормативному строку служби 25 років. 99,8 % тепловозів парку перевищили свій нормативний строк служби, і тільки 0,02 % (2 од.) не досягли нормативу. Середній розрахунковий строк служби тепловозів по регіональним філіям АТ «Укрзалізниця» знаходиться в діапазоні від 35,90 до 38,19 років.

3. Розподілення кількості тепловозів відносно вікових груп, з кроком в 5 років, показало, що найбільші кількості наявних тепловозів серії ЧМЕЗ приходяться на діапазони років побудови 1976-1980 р.р. (26 %), 1981-1985 р.р. (24,2 %), 1986-1990 р.р. (24,3 %). Найбільш старша група тепловозів в діапазоні від 1966-1975 р.р. становить 20,4 %.

4. Проведений аналіз за станом парку тепловозів АТ «Укрзалізниця», на зазначену дату, показав, що 61,16 % (762 од.) тепловозів відносяться до експлуатованого парку та 38,84 % (484 од.) тепловозів до неексплуатованого парку. Розподілення несправних та справних тепловозів відносно року побудови не має чіткої тенденції щодо збільшення несправних тепловозів зі збільшенням їх строку служби. Проте для тепловозів з роками побудови 1986-1991 р.р., кількості тепловозів експлуатованого парку значно більші за неексплуатований, але це може бути пов'язано не лише з технічним станом, але й з загальною кількістю тепловозів цих років. Ця група локомотивів є однією з найбільшою серед загального парку. Також для років побудови 1973 р., 1974 р. та 1976 р. кількість тепловозів неексплуатованого парку, на дату проведення аналізу, перевищила кількість тепловозів експлуатованого парку.

5. Аналіз причин віднесення тепловозів до експлуатованого та неексплуатованого парку показав, що 66,7 % тепловозів у неексплуатованому парку знаходяться з причин простою по несправності, внесення у довгостроковий резерв залізниць України, очікування виключення з інвентарного парку та виникнення непланових деповських ремонтів.

6. Визначено типові відмови для несучих конструкцій ЧМЕЗ, які передбачені у картах контролю технічного стану під час розробки відповідного Технічного рішення. Для основних місць виникнення пошкоджень на рамах візках передбачені модернізації ТЗ.247.00.00.000, ТЗ.248.00.00.000.

Оцінка напружено-деформованого стану несучих металевих конструкцій

Розрахункова 3D-модель основної рами тепловоза ЧМЕЗ створена на основі її креслеників (рис. 1) та складається з двох поздовжніх зварних балок 1 двотаврової форми, до

яких приварені всі інші частини. Поздовжні балки об'єднані двома шкворневі балками 2, двома поперечними балками і двома буферними брусами 3 по кінцях. До нижнього горизонтального листу приварені стяжні ящики 4 та для підвішування візків приварені вертикальні консолі 5. Аналогічно була створена 3D-модель рами візка (рис. 2).

На підставі розрахунків за створеними моделями напружено-деформованого стану несучих конструкцій тепловозу за всіма розрахунковими режимами та з врахуванням положень існуючих нормативних документів [1, 2], досвіду проведення відповідних робіт [3, 4] було встановлено в конструкціях, що досліджувалися, основні напружені зони та значення діючих напружень. На рисунку 3 представлено приклад розрахункової епюри напружено-деформованого стану рами кузова, а на рисунку 4 - епюра напружено-деформованого стану рами кузова з ввареними посилюючими вставками, що пропонуються. На рисунку 5 представлено приклад розрахункової епюри напружено-деформованого стану рами візка тепловозу ЧМЕЗ. Встановлено, що напруження не перевищують допустимих при всіх розрахункових режимах.

Враховуючи особливості експлуатації та рівні напружень в несучих конструкціях тепловозу розроблено спеціалізовану програму та методику випробувань (НДКТИ/НВЦ УІ 005-18), які в подальшому були проведені на базі депо РПЧ-10 Чернігів регіональної філії «Південно-Західна залізниця» АТ «Укрзалізниця» в період 07.09.2018 – 09.09.2018 на дослідному тепловозі ЧМЕЗ № 1063. Під час випробувань особливу увагу було приділено зоні кріплення кронштейнів тягових електродвигунів до рами візка, в якій при експлуатації виникають тріщини. Приклад встановлення тензорезисторів в даній зоні для дослідження експлуатаційних напружень у несучих металевих конструкціях приведено на рисунку 6.

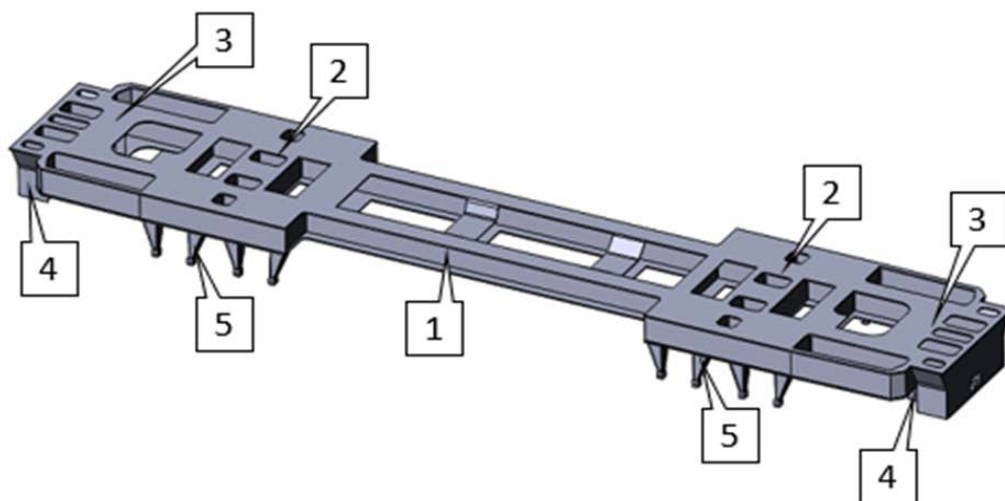


Рис.1 – Несуча рама кузова тепловоза серії ЧМЕЗ

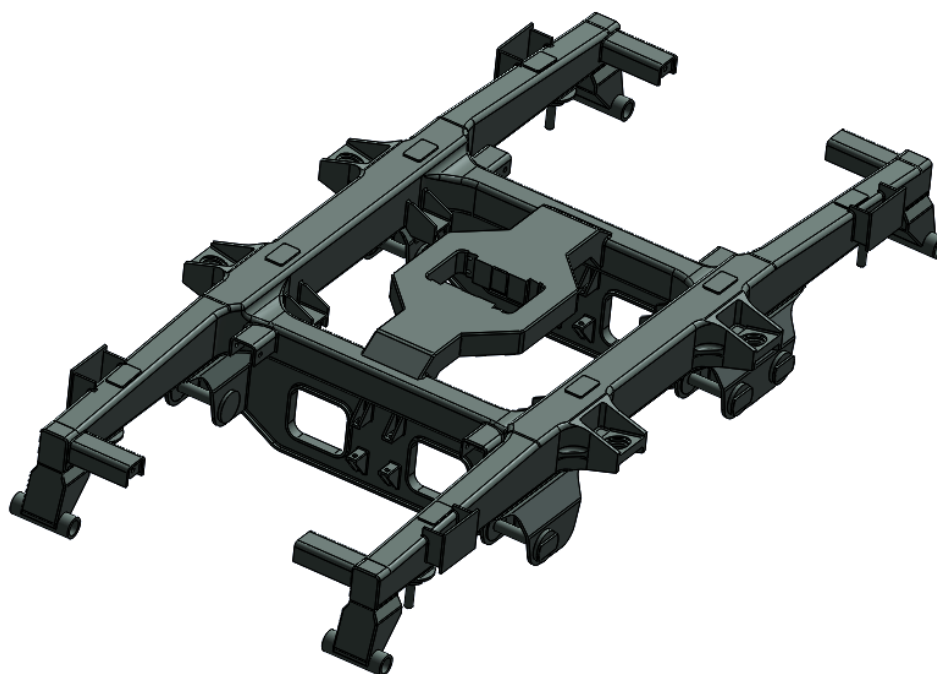


Рис. 2 – Рама візка тепловоза серії ЧМЕЗ

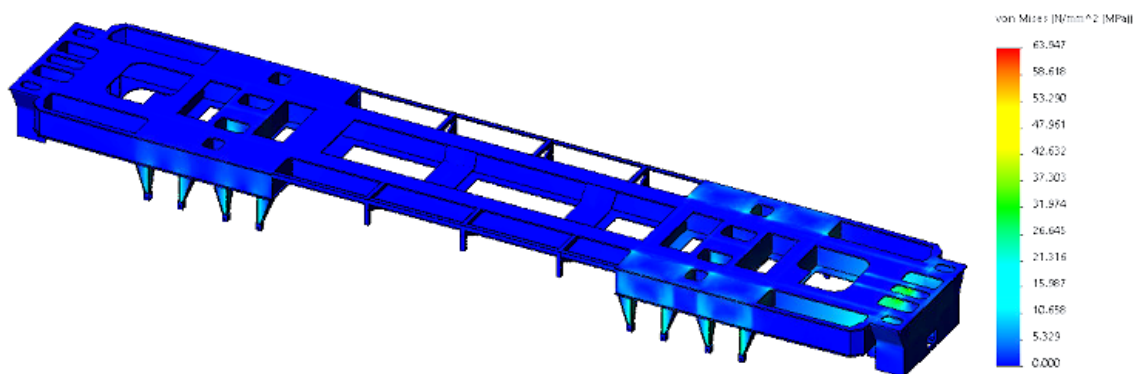


Рис. 3 – Епюра еквівалентних напружень рами кузова, за режимом II стис

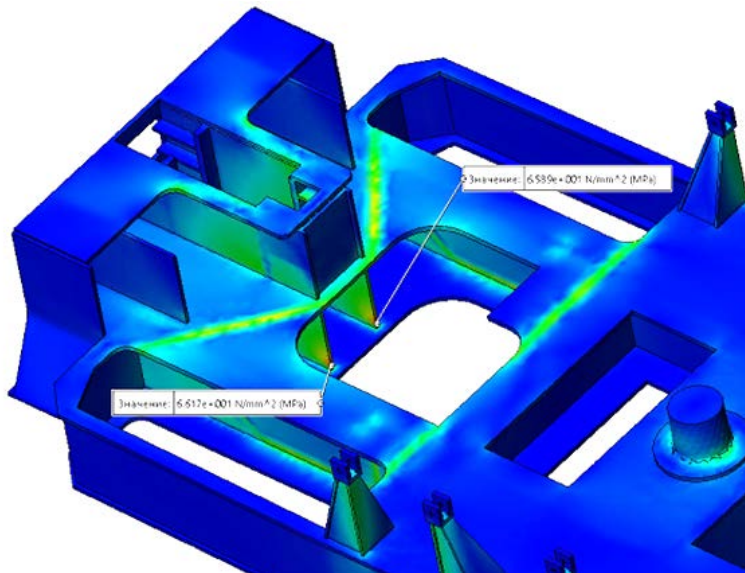


Рис. 4 – Епюра еквівалентних напружень торцевої частини рами кузова з ввареними посилюючими вставками, за режимом II_{стис}

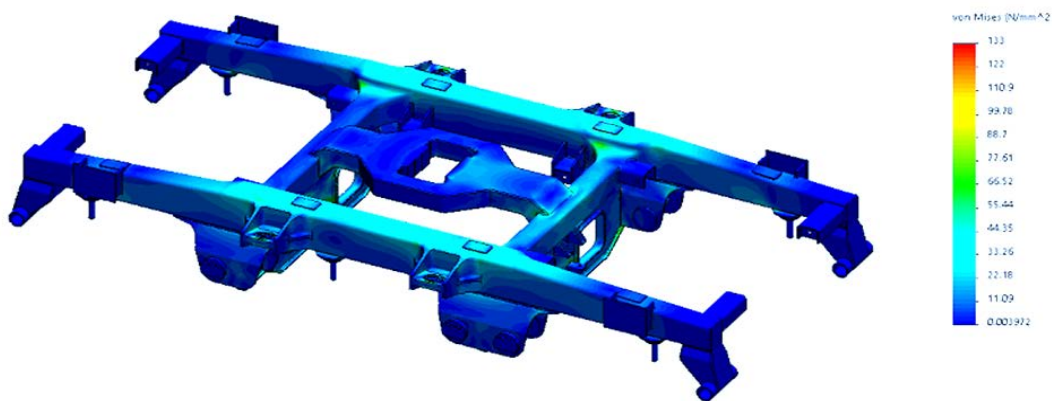


Рис. 5 – Епюра еквівалентних напружень рами візка, за режимом II_Б

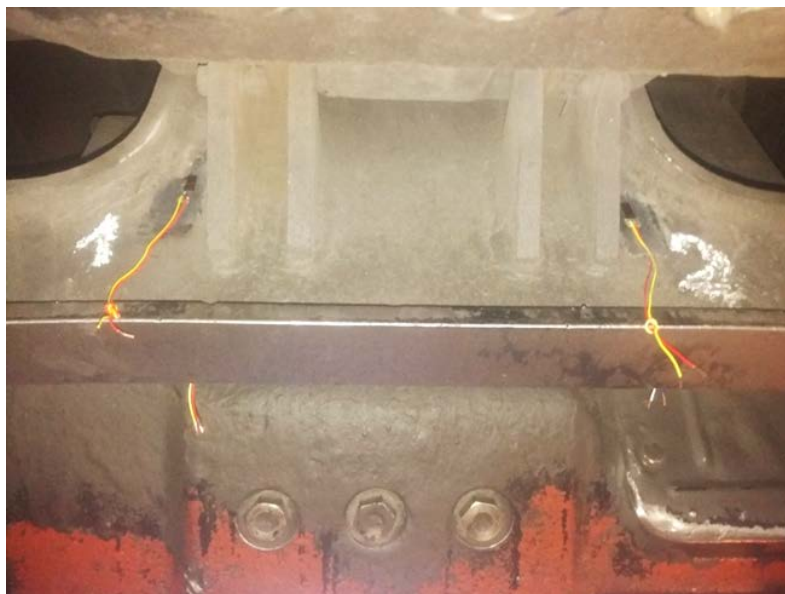


Рис. 6 – Приклад встановлення тензорезисторів на рамі візка в зоні кріплення кронштейнів тягових електродвигунів

За результатами ходових міцнісних випробувань несучих металевих конструкцій тепловозу ЧМЕЗ № 1063 встановлено, що показники опору втоми рами візка, при русі локомотива на швидкостях 30-70 км/ч, мають значні показники запасу міцності для їх безпечної експлуатації. Мінімальні значення коефіцієнту запасу опору втоми для рами візка, при маневровій роботі тепловозу (рушання з місця, співудари та ін.), складає 1,56, при рекомендованому мінімальному значенні 1,6, що свідчить про наявність запасу опору втоми.

Висновки

Розподілення несправних та справних тепловозів відносно року побудови не має чіткої тенденції щодо збільшення несправних тепловозів зі збільшенням їх строку служби. Визначено типові відмови для несучих конструкцій ЧМЕЗ, які передбачені у картах контролю технічного стану під час розробки відповідного Технічного рішення. Для основних місць виникнення пошкоджень на рамах візках передбачені модернізації ТЗ.247.00.00.000, ТЗ.248.00.00.000. Отримані незначні відхилення щодо показників запасу опору втоми за результатами ходових міцнісних випробувань в місцях з'єднання кронштейнів тягових електродвигунів з вертикальним листом рами візка, зварного з'єднання вертикального листа з іншими елементами цієї рами, а також низькі розрахункові рівні механічної напруги у інших елементах рами візка та несучої рами кузова свідчать про можливість подальшої безпечної експлуатації несучих металевих конструкцій тепловозів ЧМЕЗ поза 50 років. На основі проведених досліджень прийнято рішення про можливість продовження строку служби тепловозів серії ЧМЕЗ щонайменше на 6 років, при збереженні системи поетапного продовження строку служби локомотива.

Література

1. Нормы расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. – М.: ВНИИЖТ, 1998. – 145 с. (Нормативный документ МПС РФ).

2. Положення про організацію робіт щодо продовження призначеного терміну служби тягового рухомого складу Укрзалізниці (рам візків, головних рам кузовів і несучих кузо-

вів): ВНД 32.007.123-03. – Київ: Міністерство транспорту України, 2002. – 15 с. (Нормативний документ Мінтранса України).

3. Черняк А.Ю. Модальный анализ и установочная долговечность рам тележек тягового подвижного состава / А.Ю. Черняк, Е.О. Гриндей, П.А. Гриндей // Локомотив информ. – 2010. – № 11. – С. 4–7.

4. Браславец Ю.В. Відновлення та модернізація ушкоджених конструкцій електровоза ВЛ82М №067 / Ю.В. Браславец, О.П. Коломієць, С.В. Кара, П.А. Шевчук // Залізничний транспорт України. Науково-практичний журнал. – 2016. - № 5-6. - С. 35-40.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Кара Сергій Віталійович,

к. т. н., начальник науково-дослідного відділу відділу динаміки та міцності філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» (НДКТІ) АТ «Укрзаліниця». Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 063 452 62 52. E-mail: kara1520mm@gmail.com.

Петренко Вячеслав Олександрович,

начальник Науково-впроваджувального центру філії «НДКТІ» АТ «Укрзаліниця». Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 063 452 62 02. E-mail: petrenko1520mm@gmail.com.

Прокопенко Павло Миколайович,

провідний інженер науково-дослідного відділу відділу динаміки та міцності філії «НДКТІ» АТ «Укрзаліниця». Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 063 021 11 97. E-mail: prokopenko1520mm@gmail.com.

Гордієнко Тетяна Миколаївна,

провідний інженер Науково-впроваджувального центру філії «НДКТІ» АТ «Укрзаліниця». Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна. Тел.: +38 066 337 04 83. E-mail: gordienko1520mm@gmail.com.