

Министров СССР, 1973. – 32 с.

9.Металлы. Метод испытания на растяжение: ГОСТ 1497-84. – [Действителен от 1986-01-01]. – Москва: Издательство стандартов, 1986. – 25 с.

10.Металлы. Метод испытаний на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенных температурах: ГОСТ 9454-78. – [Действителен от 1979-01-01]. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1979. – 10 с.

11.Втомне руйнування бандажа колісної пари по знаку маркування / Р.Ю. Дьомін, В.С. Константіди, В.С. Назаренко, Л.Ф. Яценко [та ін.] // Залізничний транспорт України. – 2014. – №5. – С. 47–50.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

### Яценко Людмила Федорівна

начальник науково-дослідного відділу матеріалознавства, кандидат фізико-математичних наук філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Тел.: +38 097 729 66 90,

E-mail: yatcenko1520mm@gmail.com

### Повисший Володимир Миколайович,

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

Тел.: +38 067 501 30 29

E-mail: omukp@gmail.com

## Практичний досвід

УДК 629.423

*Інженери В.О. Петренко, О.Г. Серняєв, Ю.В. Браславець*

### УСУНЕННЯ ДЕФЕКТІВ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ МЕТОДОМ ЗВАРЮВАННЯ ЗГІДНО ДІЮЧИХ ПРАВИЛ РЕМОНТУ

*Ключові слова:* зварювання, усунення, дефектів, несучі конструкції, тяговий рухомий склад

#### Вступ та постановка проблеми

Головною умовою забезпечення безпечної експлуатації тягового рухомого складу (далі – ТРС) залізничного транспорту, який вичерпав свій строк служби [1] є якісне виконання ремонту [2] руйнувань його несучих конструкцій. Неякісне усунення дефектів несучих конструкцій ТРС призводить до появи додаткових напружень в конструкції та викликає появу нових тріщин. Такі випадки неодноразово фіксувалися на ремонтних підприємствах ПАТ «Укрзалізниця» (далі – УЗ). Причиною цього є недобросовісне відношення окремих співробітників до виконання робіт та недосконала система вимог до зва-

ривальних робіт, яка не передбачає повного документального слідкування за процесом ремонту несучих конструкцій методом зварювання [3].

#### Літературний огляд

До недавнього часу ремонтні підприємства та депо УЗ під час проведення робіт з відновлення пошкоджених несучих конструкцій ТРС керувалися вимогами інструктивних вказівок ЦТтеп/251 [4]. Ці інструктивні вказівки були розроблені та затверджені ще у 1975 році і на даний час вже не могли в повній мірі відповідати сучасним вимогам ремонту ТРС. Тому фахівцями відділу зварювання та ремонту філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» (далі – НДКТІ) у 2014 році розроблені та введені в дію наказом Укрзалізниці Правила ремонту ЦТ-0227 [5].

Рекомендації по виконанню вимог ЦТ-0227 та основні нововведення по відношенню до Інструктивних вказівок ЦТтеп/251 наведено в цій статті.

### Мета статті

Висвітлення питань щодо ремонту пошкоджених несучих конструкцій ТРС за допомогою зварювання у відповідності до ЦТ-0227.

### Основний матеріал дослідження

При виконанні в локомотивних депо УЗ контролю технічного стану ТРС з метою подовження його строку служби, фахівцями НДКТІ періодично фіксуються випадки неякісного виконання ремонту зварюванням металевих несучих конструкцій локомотивів (рис. 1). Основними причинами неякісного ремонту являються:

- застосування неякісних зварювальних матеріалів та застарілого зварювального обладнання;
- ремонт руйнувань несучих конструкцій без розробленої ремонтної документації та без нагляду інженерно-технічного персоналу;
- не дотримання технології ремонту;
- застосування не розроблених і затверджених в установленому порядку модернізацій та «посилюючих» накладок.
- не виконання перевірки якості проведених ремонтів методами неруйнівного контролю.

До того ж в більшості випадків проведенні ремонти не фіксуються в експлуатаційній чи технічній документації відремонтованого ТРС.



Рама візка електровоза серії ЧС2



Рама візка електровоза серії ВЛ80

Рис. 1 – Приклади неякісного ремонту несучих конструкцій ТРС

Для усунення вищеперерахованих причин неякісного ремонту та введення більш жорстких вимог до ремонтних робіт на відповідальних деталях та вузлах ТРС введено в дію по УЗ нормативний документ ЦТ-0227 на заміну ЦТтеп/251. Основні відмінності та нововведення правил ремонту ЦТ-0227 по відношенню до інструктивних вказівок ЦТтеп/251 наступні:

1. Правила ремонту ЦТ-0227 доповнено розділом "Загальні вимоги до технології зварювання, наплавлення та напилення", в якому, зокрема, наведена наступна інформація:

- типи зварних з'єднань і підготовка кромок під зварювання;
- методи зварювання матеріалів;
- основні відомості про сталі та їх зварюваність;
- вимоги до зварювального (наплавного) обладнання;
- вимоги до зварювальних та наплавних матеріалів;
- вимоги до кваліфікації зварників;
- вимоги щодо перевірки якості зварних з'єднань, тощо.

Цей розділ значно полегшує роботу інженерів-технологів, які займаються розробкою технології ремонту, а також зменшуються витрати часу на пошук необхідної інформації у значній кількості довідкового матеріалу.

2. Введено більш жорсткі норми ремонтно-придатності руйнувань відповідальних деталей та вузлів ТРС вимоги до їх ремонту.

3. Введено вимогу щодо обов'язкової розробки технологічної документації на виконання ремонтних робіт на відповідальних деталях та вузлах ТРС.

Для якісного проведення ремонтних робіт необхідно їх виконувати згідно технологічної документації. Тому в нових правилах ремонту є вимога, що ремонт зварюванням та наплавленням ТРС повинен проводитися згідно з технологічної інструкції (WPS), розробленої відповідно до ДСТУ 3951.2 [6]. Технологічні інструкції розробляються в технічному (або технологічному) відділі підприємства інженером-технологом, який має досвід роботи на залізничному транспорті не менше одного року. Якщо на ремонтному підприємстві відсутні спеціалісти необхідної кваліфікації, то технологічну інструкцію повинна розробляти на договірних умовах спеціалізована організація, яка відповідає необхідним вимогам.

4. Викладено вимоги щодо усунення тріщин зварюванням і посилення ушкоджених місць:

- для усунення тріщини обов'язково розробляється технологічна інструкції WPS;

- усунення тріщин зварюванням виконують під наглядом спеціаліста технічного відділу підприємства, який повинен зробити фотознімки тріщини до розроблення, після розроблення та після усунення зварюванням;

- при усуненні тріщин на відповідальних вузлах і деталях рекомендовано замінити ручне дугове зварювання на механізоване (напівавтоматичне) та автоматичне зварювання (наплавлення) з застосуванням сучасного зварювального обладнання;

- після усунення тріщин зварюванням необхідно виконувати контроль якості зварних з'єднань зі складанням протоколів неруйнівного контролю;

- розроблена ремонтна документація на усунення тріщин, фотознімки та протоколи неруйнівного контролю повинні зберігатися у

технічному відділі підприємства, що виконувало ремонт;

- дані щодо усунення тріщин заносять до бланку запису даних про усунення тріщин, який складає технічний відділ підприємства, що виконувало ремонт і вклеюють до паспорту одиниці ТРС, що зазнала руйнувань;

- використовувати підсилюючі накладки потрібно і доцільно тільки тоді, коли розрахунки [7] показують, що значення напружень, які виникають під час їх встановлення є допустимими і зменшують загальну величину напружень.

5. Наведено заходи щодо зменшення напружень та деформацій при зварюванні.

Цілий підрозділ ЦТ-0227 присвячено як класичним так і сучасним методам боротьби з напруженнями та деформаціями, які виникають внаслідок процесів зварювання. Слід виділити спосіб підвищення експлуатаційного ресурсу зварних з'єднань за допомогою технології високочастотної механічної проковки, розробленої інститутом металофізики ім. Г.В. Курдюмова сумісно з інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона. Даний метод вже успішно використовується для зняття напружень і підвищення експлуатаційного ресурсу металоконструкцій мостів та конструкцій інфраструктури залізничного транспорту

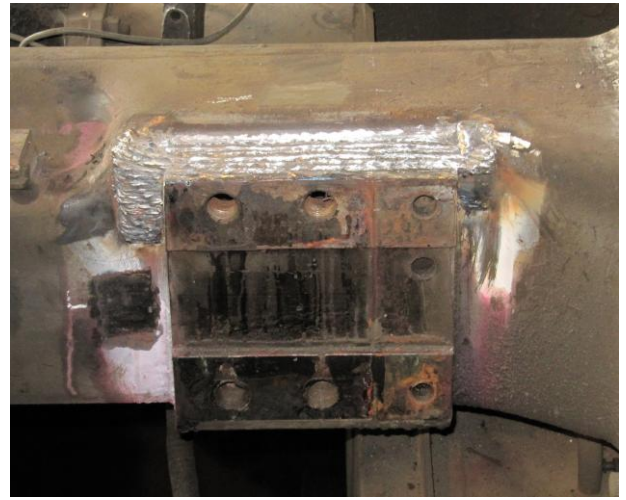
У разі якщо стан ремонтнопридатності об'єкту ремонту не відповідає вимогам ЦТ-0227 слід звернутися до спеціалізованої організації. Такою організацією являється НДКТІ, яка має у своєму штаті відділ зварювання. Рівень кваліфікації співробітників відділу і технічного оснащення дозволяє виконувати ремонт «тяжких» випадків руйнувань несучих конструкцій, що надає можливість подальшої експлуатації всієї одиниці ТРС. Так тільки за 2014-2015 роки відділом зварювання та ремонту було виконано ремонти та модернізації понад 50 рам візків та кузовів ТРС (рис. 2).

На кожний окремий випадок руйнування відповідальної деталі чи вузла відділ зварювання та ремонту НДКТІ розробляє ремонтний бюлетень, що регламентує порядок виконання ремонту ушкодженої несучої констру-

кції та містить повну і вичерпну інформацію, яка необхідна для виконання ремонтних робіт



*Тріщина рами візка*



*Усунута тріщина*

*Рис. 2 – Ремонт рами візка електровоза ЧС2 виконаний відділом зварювання та ремонту НДКТІ*

Після виконання ремонту фахівці відділу зварювання та ремонту перевіряють якість

виконаних при ремонті зварних швів методами неруйнівного контролю (рис. 3).



*Ультразвуковий контроль*



*Магнітопорошковий контроль*

*Рис. 3 – Перевірка якості виконаного ремонту методами НК*

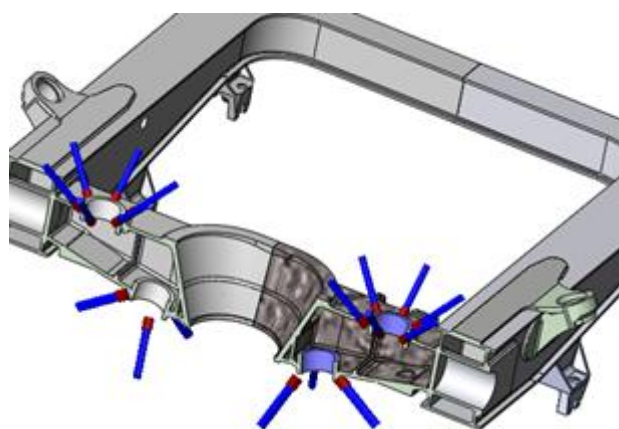
Для характерних місць виникнення руйнувань відділ зварювання та ремонту НДКТІ розробляє проекти модернізації, метою яких є запобігання виникненню в цих місцях руйнувань в подальшому (рис. 4). Всі проекти модернізації проходять процедуру постановки на виробництво згідно ДСТУ ГОСТ 15.001:2009 [8], ДСТУ 3974-2000 [9] та ГСТУ 32.0.08.001-97 [10].

Ефективність проектів модернізації та ремонту перевіряється розрахунками на міцність і втомну довговічність (рис. 5) із урахуванням залишкових зварювальних напружень, згідно з діючими нормами для розрахунків та оцінки міцності несучих елементів екіпажних частин локомотивів [7]

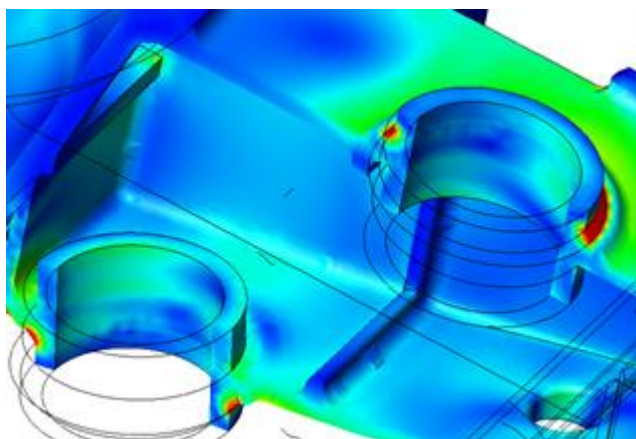




Рис. 4 – Модернізація рами візка електровоза серії ВЛ80 згідно проекту ВЛ80.ДНДЦ.001.00.000



Моделювання зварювального процесу



Етюра залишкових зварювальних напружень

Рис. 5 – Візуалізація результатів розрахунків на міцність і втомну довговічність за проектом модернізації ВЛ80.ДНДЦ.001.00.000

### Висновки.

Нововведення Правил ремонту ЦТ-0227, по відношенню до застарілих інструктивних вказівок ЦТтеп/251, дозволяє значно підвищити якість ремонту зварюванням несучих металоконструкцій залізничного тягового рухомого складу.

Для якісного ремонту несучих конструкцій тягового рухомого складу слід керуватись виключно Правилами ремонту ЦТ-0227, в яких закладені сучасні підходи та методи для усунення руйнувань. В разі виявлення дефектів несучих конструкцій рухомого складу що не підпадають під класифікацію ЦТ-0227 слід звертатись до спеціалізованої організації, яка має змогу провести відповідні науково-дослідну роботи щодо оцінки ремонтпридатності даної конструкції та визначення ефективного методу її відновлення.

Технологія робіт розроблена відділом зварювання філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» дозволяє відновлювати несучі конструкції рухомого складу у випадках коли параметри дефекту дещо перевищують допустимі за ЦТ-0227.

### Література

1. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-89. — [Чинний від 1990-07-01]. — М.: Издательство стандартов, 1990. — 75 с. — (Государственный стандарт СССР).
2. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения: ГОСТ 18322-78 — [Чинний від 1980-01-01]. — М.: Стандартинформ, 2007. — 70 с. — (Межгосударственный стандарт СССР).
3. Сварка металлов. Термины и определения основных понятий: ГОСТ 2601-84. — [Чинний від 1985-07-01]. — М.: Издательство стандартов, 1984. — 124 с. — (Государственный стандарт СССР).
4. Инструктивные указания по сварочным работам при ремонте тепловозов, электровозов и моторвагонного подвижного состава: ЦТтеп/251.

— [Чинний від 1975-07-01]. — М.: Міністерство шляхів сполучення СРСР, 1975. — 135 с. — (Государственный стандарт СССР).

5. ЦТ-0227 «Тяговий рухомий склад. Зварювання, наплавлення та напилення. Правила ремонту».

6. Технічні умови та процедура підтвердження відповідності технологічних процесів зварювання металевих матеріалів. Частина 2. Технологічна інструкція для дугового зварювання: ДСТУ 3951.2-2000 (ISO 9956-2:1995). — [Чинний від 2010-07-01]. — К.: Держастандарт України, 2008. — 36 с. — (Державний стандарт України).

7. Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520мм / [Аверин Н.А., Заикин Г.И., Буханцев А.А., Желнин Г.Г и др.] — М.: ВНИИЖТ, 1998. — 145 с.

8. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво: ДСТУ ГОСТ 15.001:2009. — [Чинний від 2009-02-01]. — К.: Держастандарт України, 2008. — 32 с. — (Державний стандарт України).

9. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення: ДСТУ 3974-2000. — [Чинний від 2000-07-01]. — К.: Держастандарт України, 2001. — 38 с. — (Державний стандарт України).

10. Порядок розроблення та поставлення продукції на виробництво для потреб залізнично-

го транспорту в системі Міністерства транспорту України: ГСТУ 32.0.08.001-97. — [Чинний від 2000-03-01]. — К.: МТУ, 1999. — 90 с. — (Галузевий стандарт України).

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Петренко Вячеслав Олександрович**,  
начальник відділення Надійності філії «Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту» ПАТ «Українська залізниця»  
м. Київ, вул. І.Федорова, 39,  
Тел.: +38 044 465 35 18;  
Email: petrenko1520mm@gmail.com.

**Серняєв Олексій Георгійович**,  
начальник відділу зварювання та ремонту відділення Надійності філії «Науково-дослідного та конструкторсько-техно-логічного інституту» ПАТ «Українська залізниця»  
м. Запоріжжя, вул. Глисерна, 14,  
Тел.: +338 050 388 72 20

**Браславець Ю.В.**,  
провідний інженер відділу зварювання та ремонту відділення Надійності філії «Науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту» ПАТ «Українська залізниця»  
м. Запоріжжя, вул. Глисерна, 14,  
Тел.: +38 050 965 33 04

*Інженери С.В. Пилипенко,  
Є. С. Краснокутський*

#### ТЕХНІЧНИЙ АУДИТ – ОБ'ЄКТИВНА ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИКА

Технічний аудит - систематичний, незалежний і задокументований процес отримання доказів функціонування систем виробника щодо забезпечення виробництва такої продукції, яка відповідає вимогам нормативних актів, стандартів і технічної документації, результатом якого є висновок щодо відповідності для застосування готової продукції виробника. Технічний аудит містить в собі системний аналіз виробництва, що здійснюється підготовленими фахівцями, і дозволяє визначити ступінь відповідності діяльності підприємства та отриманих ним результатів, оцінити ефективність реалізованих заходів [1].

Виробники продукції залізничного призначення що отримують послуги з інспекцій-

ного та приймального контролю продукції (ПК) відділення «Центр технічного аудиту» філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця» повинні періодично проходити технічні аудити для оцінки можливостей проведення ПК на їх підприємствах та здатності виробника забезпечити виготовлення відповідної продукції стабільної якості.

Технічні аудити мають статус «Аудити другою стороною» відповідно до ДСТУ ISO 19011:2012 [2], які базуються на принципах неупередженості. При цьому філія «НДКТІ» має у своєму штаті кваліфікованих фахівців (сертифікованих аудиторів) для організації та проведення даних аудитів та працівників, які мають значний досвід щодо організації виробництва конкретної продукції, які залучаються до аудитів в якості технічних експертів. Ці співробітники періодично підтверджують свою кваліфікацію та проходять відповідні іспити, згідно з наказом МТУ від 14.06.2007 № 499 «Про затвердження Положення про порядок вивчення та перевірку