

## УДК 629.463

ТИМОФЕСЬВА Л.А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Якість, стандартизація, сертифікація і технології виготовлення матеріалів» (Український державний університет залізничного транспорту),  
 ВОСКОБОЙНИКОВ Д.Г., головний інженер, служба вагонного господарства регіональної філії «Південна залізниця» (Публічне акціонерне товариство «Укрзалізниця»)

## Умови експлуатації та способи підвищення зносостійкості робочих поверхонь п'ятникових вузлів вантажних вагонів

*У статті проаналізовано умови експлуатації п'ятникових вузлів вантажних вагонів. Встановлено, що деталі цього вузла при роботі в умовах сухого тертя і наявності високих контактних й ударних навантажень мають низьку зносостійкість. Вивчено існуючі способи відновлення і підвищення зносостійкості зношених деталей п'ятникових вузлів. Визначено, що найбільш універсальним способом відновлення та підвищення зносостійкості деталей п'ятникових вузлів візка вантажного вагона є дугове наплавлення легованими зносостійкими матеріалами.*

**Ключові слова:** п'ятниковий вузол вантажного вагона, зносостійкість, відновлення, дугове наплавлення.

### Постановка проблеми

Як показує практика, велика кількість литих деталей вантажних вагонів, у тому числі і деталі п'ятникових вузлів, після досягнення гранично допустимого зносу підлягають відновленню методами дугового наплавлення з наступною механічною обробкою до креслярських розмірів.

Наплавлювальні матеріали, що застосовувалися до теперішнього часу на ремонтних підприємствах залізничного транспорту, забезпечували міжремонтний пробіг відремонтованих деталей близько 110 тис. км. За весь термін служби деталь підлягала ремонту наплавленням більше 10 разів. Таким чином, щорічні витрати на відновлення литих деталей вантажних вагонів залізничного транспорту України обчислюється мільйонами гривень.

Перспективною технологією відновлення і підвищення зносостійкості литих деталей вантажних вагонів може бути метод дугового наплавлення легованими зносостійкими наплавлювальними матеріалами.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз умов експлуатації п'ятникових вузлів вантажних вагонів показав, що деталі цього вузла при роботі в умовах сухого тертя і наявності високих контактних й ударних навантажень мають низьку зносостійкість при інтенсивності зносу робочих поверхонь до 10 мм (залежно від інтенсивності роботи вагона) на 100 тис. км пробігу.

Вузол «п'ятник-підп'ятник» вагона включає п'ятник, що розташовується на перетині хребтової й шворневої балок кузова вагона, та підп'ятник надресорної балки візка.

Цей вузол має значні статичні навантаження, на які під час руху вагона накладаються низькочастотні змінні коливання й удари. На підп'ятник передаються значні зусилля, пов'язані з гальмуванням і зіткненням вагонів, що обумовлює знос внутрішньої поверхні зовнішнього бурту і опорної поверхні підп'ятника надресорної балки, а також упорної й опорної поверхонь п'ятника.

Процес зносу п'ятникового вузла включає в себе комплекс чинників: механічний знос, абразивний і корозійно-окисний, причому вплив цих чинників відбувається одночасно. У процесі роботи у вузол тертя потрапляють волога, мастила, абразивні частинки.

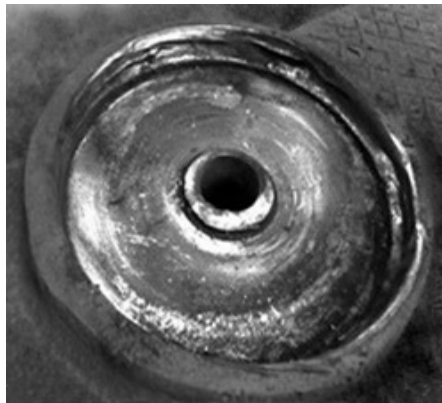
Слід зазначити, що як для нового, так і для вагона, що пройшов ремонт, характерно застосування графітного мастила за ГОСТ 3333 і графітного «Ж» за ТУ 38.301–48, яке закладається у п'ятниковий вузол. Однак навіть через короткий час експлуатації таке мастило видавлюється уздовж шворня і на бурти, висихає і засмічується частинками зовнішнього середовища.

При вилянні візків на прямій і при вході у криві ділянки колії максимальні значення швидкостей ковзання елементів п'ятника і підп'ятника не перевищують 10–15 мм/с. У зоні контактування п'ятника і зовнішнього бурту підп'ятника контактні напруги досягають 260 МПа. Тому неминучі пластичні деформації зовнішніх буртів п'ятника і циліндричної поверхні підп'ятника. Питоме динамічне навантаження

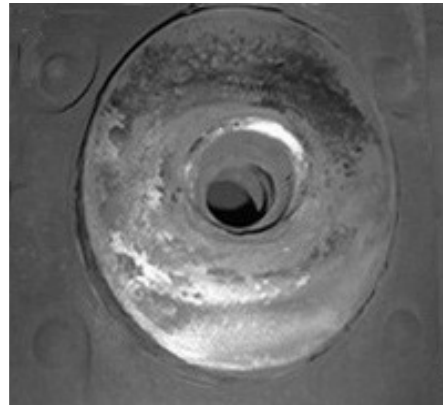
від тиску п'ятника на підп'ятник на опорній поверхні досягає до 100 МПа [1].

Знос зовнішнього бурту надресорної балки й упорної поверхні п'ятника по діаметру відбувається

нерівномірно з утворенням еліпса. На рисунку наведено зовнішній вигляд зношених поверхонь підп'ятника (а) і п'ятника (б) після пробігу 100 тис. км.



а



б

Рис. Зовнішній вигляд зношених поверхонь підп'ятника (а) і п'ятника (б) вантажного вагона після пробігу 100 тис. км

Експлуатаційні випробування вантажних вагонів при різних осьових навантаженнях, проведені в роботі [2], показують, що інтенсивність зносу зовнішнього бурту при навантаженні на вісь 23 т становить 1,2 мм на 100 тис. км пробігу, а інтенсивність зносу упорної поверхні п'ятника – 1,33 мм на 100 тис. км пробігу. Інтенсивність зносу опорних поверхонь підп'ятника і п'ятника становить 0,5 і 0,56 мм відповідно на 100 тис. км пробігу.

За наявності ударних навантажень наднормативний знос поверхонь зовнішнього бурту підп'ятника призводить до виникнення тріщин у бурті і на опорній поверхні, а також до відколів бурту. Одночасний наднормативний знос опорних поверхонь п'ятника і підп'ятника призводить до «осаду» п'ятника своєю основою на торцеву поверхню зовнішнього бурту підп'ятника, що може призвести до заклинювання вузла. Знос опорних і упорних поверхонь підп'ятника надресорних балок, що експлуатувалися на мережі залізниць, досягав 10 мм і більше на сторону. Слід зазначити, що більшість вагонних депо України до недавнього часу не мали верстатного обладнання для механічної обробки підп'ятника й деталей з похилими площинами.

Статистичні дані зі зносу зовнішнього бурту підп'ятника показують, що впровадження протягом останніх двох десятиліть технології ремонту дуговими методами наплавлення низьколегованими зварювальними матеріалами дозволило знизити зношеність підп'ятника, однак з'являється необхідність планового ремонту наплавленням з подальшою верстатною обробкою до креслярських розмірів через кожні 120 тис. км пробігу вагона [3].

#### Постановка задачі

На підставі аналізу умов роботи, інтенсивності і характеру зносу деталей п'ятникових вузлів вантажних вагонів, а також досвіду застосування існуючих способів підвищення зносостійкості цих деталей, розглянути можливість застосування нової технології підвищення зносостійкості. У якості такої технології пропонується метод дугового наплавлення зношених деталей легованими зносостійкими матеріалами.

#### Основна частина дослідження

Починаючи з 90-х років минулого століття через ряд соціально-економічних і політичних причин проявилася гостра проблема нестачі запасних литих деталей вантажного парку вагонів. У зв'язку з цим на ремонтних підприємствах починають розроблятися і знаходять застосування технології відновлення й зміцнення зношених литих деталей вантажних вагонів, у тому числі автозчеплення, надресорна балка, п'ятникові вузли.

У цей час знаходить широке застосування технологія відновлення зношених деталей дуговим наплавленням серійними зварювальними матеріалами [4]. Слід зазначити, що наплавлена поверхня деталей не проходила наступну механічну обробку через відсутність на той момент часу на вагонних ремонтних підприємствах відповідного обладнання, у зв'язку з чим важко оцінити якість отриманого поверхневого шару деталей. Відомо, що якість поверхні традиційно характеризується шорсткістю і фізико-механічними властивостями поверхневого шару. Таким чином, не маючи відомостей про топографічні властивості поверхні і її геометричні характеристики, що

адекватно відображують реальні процеси формування поверхневого рельєфу, неможливо зі скільки-небудь задовільною достовірністю передбачити поведінку цієї поверхні в процесі експлуатації деталі.

Разом з технологією відновлення дуговим наплавленням ряд підприємств застосовували зносостійкі прокладки між поверхнями деталей, що сполучаються. Як матеріал таких прокладок застосовувались різного типу полімери та зміцнені сталі різних марок.

За роботою [5], у результаті проведених експлуатаційних випробувань на напіввагонах при навантаженні на вісь 27 т і швидкості руху 70-75 км/год в дослідному складі вагою до 10 тис. т встановлено, що рішення з установа прокладок може бути застосовано (крім полімерних прокладок) тільки до опорної поверхні під'ятника. Зносостійка прокладка з загартованої сталі марки 30ХГСА завтовшки 6 мм дозволяє знизити інтенсивність її зносу в 3-5 разів. Інтенсивність зносу опорної поверхні п'ятника в контакт з зносостійким диском знижується на 15-17%. До недоліку технічного рішення установа прокладки належить те, що під час експлуатації було виявлено знос зовнішнього бурту під'ятника у своїй основі у вигляді канавки глибиною до 2 мм. Знос утворився внаслідок контакту зовнішнього бурту під'ятника з бічною кромкою зносостійкого диска. Недоліком установа прокладки є також те, що вона закриває опорну поверхню під'ятника, що у свою чергу унеможливує своєчасне виявлення тріщин, які можуть виникнути при експлуатації на цій поверхні.

У звіті [5] також йдеться про досвід використання полімерних і металополімерних прокладок. Результати випробувань говорять про їхню низьку міцність і довговічність.

У роботі [2] наводиться приклад установа на внутрішню поверхню зовнішнього бурту під'ятника зносостійких елементів у вигляді півкілець із загартованої сталі марки 30ХГСА приварюванням їх різними схемами до зовнішнього бурту під'ятника. У результаті такого технічного рішення інтенсивність зносу зовнішнього бурту під'ятника знизилася більш ніж у 2 рази. Однак у зв'язку з утворенням у зоні термічного впливу швів приварювання півкілець зі сталі 30ХГСА крихкої мартенситної структури і наявності високих динамічних навантажень сталося масове руйнування в експлуатації як самих півкілець, так і зварних швів їх приварювання.

Подібні результати були отримані і після приварювання зносостійких накладок зі сталі 20ХГСА на похилі площини надресорної балки. Виникнення тріщин по зварних швах в експлуатації змусило видалити зазначені накладки з усього парку оснащених ними надресорних балок.

Як показують результати роботи [6], найбільш

перспективним напрямком підвищення міжремонтного пробігу литих деталей рухомого складу, що працюють в умовах сухого тертя металу по металу, може бути застосування дугового наплавлення комплекснолегованими наплавлювальними матеріалами [7-9]. Відмінною особливістю комплекснолегованого напавленого металу є його високі трибологічні властивості. Однак слід зазначити, що переважна більшість застосовуваних на сьогоднішній день зварювально-наплавлювальних матеріалів мають ряд недоліків, серед яких недостатня міцність зварних з'єднань низьколегованих конструкційних сталей і ударна в'язкість зварного шва при низьких температурах, що може призвести до утворення тріщин зварного шва; нестабільне мерехтливе горіння дуги, що може призвести до її гасіння; можливість утворення гарячих тріщин і крихкість зварного шва.

Зазначимо, що, незважаючи на властиві недоліки, дугове наплавлення є найбільш універсальним і надійним способом відновлення та зміцнення всіх поверхонь тертя надресорної балки візка вантажного вагона. Таким чином, наступні розроблення нового складу наплавлювального матеріалу необхідно орієнтувати на усунення існуючих недоліків, отримання оптимальних фізико-механічних властивостей напавленого металу, а саме поєднання високих оптимальних значень міцності, пластичності, стійкості до крихкого руйнування за рахунок забезпечення стабільної рівномірно розподіленої дрібнодисперсної структури при високій антикорозійній твердості, зносостійкості і міцності напавленого металу.

## Висновки

1. Аналіз умов роботи і результатів експлуатації п'ятникових вузлів вантажного вагона показав, що деталі вузла мають низьку зносостійкість при інтенсивності зносу робочих поверхонь до 10 мм на 100 тис. км пробігу. Механізм зносу деталей п'ятникових вузлів, як у цілому литих деталей візка, представляється як процес схоплювання при абразивній й окиснювальній дії та наявності високих контактних і ударних навантажень.

2. Досвід застосування зносостійких прокладок у п'ятникових вузлах свідчить про технологічну обмеженість їх використання, робить неможливим своєчасне виявлення тріщин, які можуть виникнути при експлуатації на опорній поверхні під'ятника. Використання в якості зносостійкого захисту робочих поверхонь литих деталей вагонів приварних елементів (кілець) із загартованих сталей типу 30ХГСА неприйнятно через їх крихкість поблизу швів приварювання і подальше руйнування в експлуатації.

3. Методи дугового наплавлення комплекснолегованими зварювально-

наплавлювальними матеріалами, що широко застосовуються при ремонті зношених литих деталей вагонів, дозволяють відновити їх геометричні розміри та підвищити зносостійкість, однак мають ряд недоліків, що обмежують їх застосування.

Таким чином, розроблення нового складу зварювально-наплавлювального матеріалу, що буде мати оптимальні фізико-механічні властивості наплавленого металу й високу зносостійкість, є актуальним завданням.

### Література

- Северінова, Т. П. Принципиально новые конструкции и материалы в узлах трения тележек грузовых вагонов [Текст] / Т. П. Северінова // Отчет о НИР. – М.: ВНИИЖТ, 1995. – 142 с.
- Костин, Г. В. Испытания грузовых вагонов с повышенными осевыми нагрузками на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ с разработкой предложений для предъявления промышленности [Текст] / Г. В. Костин // Отчет о НИР. – М.: ВНИИЖТ, 1990. – 142 с.
- Северінова, Т. П. Разработка предложений по повышению надежности подпятникового узла надрессорных балок и технологии восстановления его работоспособности. Обобщение данных повреждаемости зоны подпятника надрессорных балок в эксплуатации и на экспериментальном кольце [Текст] / Т. П. Северінова // Отчет о НИР. – М., ВНИИЖТ, 1995. – 32 с.
- Павлов, Н. В. Восстановление наплавкой надрессорных балок тележек четырехосных грузовых вагонов и соединительных балок восьмиосных цистерн [Текст] / Н. В. Павлов, И. Д. Козубенко, Г. И. Герасименко // Ресурсосберегающие технологии восстановления железнодорожной техники сваркой, наплавкой и напылением: сб. трудов ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 1998. – С. 142–149.
- Краев, М. В. Создание новых грузовых вагонов. Комплексные испытания грузовых тележек 18-100М.8.1.08.03.03.03.ЦВ [Текст] / М. В. Краев // Отчет о НИР. – М.: ВНИИЖТ, 2003. – 114 с.
- Павлов, Н. В. Износостойкость наплавленных гребней вагонных колес [Текст] / Н. В. Павлов, И. Д. Козубенко, П. Н. Кипиани // Ресурсосберегающие технологии восстановления железнодорожной техники сваркой, наплавкой и напылением: сб. трудов ВНИИЖТ. – М.: Интекст, 1998. – С. 62–70.
- Состав сварочной проволоки [Текст]: пат. 2241585 Россия, (2004) В23К 35/30 / [Сурков А. В., Павлов Н. В., Абраменко Д. Н., Струнец В. К., Бастаков Л. А., Кипиани П. Н.]. – № 2003113785/02, заявл. 14.05.2003; опубл. 10.12.2004; Бюл. №24.
- Состав сварочной проволоки [Текст]: пат. 2310550 Россия, (2007) В23К 35/30 / [Павлов Н. В., Струнец В. К., Абраменко Д. Н., Савченко А. И., Бастаков Л. А., Сурков А. В.]. – № 2006111057/02, заявл. 06.04.2006; опубл. 20.11.2007; Бюл. №32.
- Состав сварочной проволоки [Текст]: пат. 2299796 Россия, (2007) В23К 35/30 / [Сурков А. В., Стародубцев В. А., Яковлев В. В., Бастаков Л. А., Малошенко А. И., Багров А. А.]. – № 2005124139/02, заявл. 29.07.2005; опубл. 27.05.2007; Бюл. №15.

**Тимофеева Л. А., Воскобойников Д. Г. Условия эксплуатации и способы повышения износостойкости рабочих поверхностей пятникового узла грузовых вагонов.** В статье проанализированы условия эксплуатации пятникового узла грузового вагона. Установлено, что детали этого узла при работе в условиях сухого трения и наличия высоких контактных и ударных нагрузок обладают низкой износостойкостью. Изучены существующие способы восстановления и повышения износостойкости изношенных деталей пятникового узла. Определено, что наиболее универсальным способом восстановления и повышения износостойкости деталей пятникового узла тележки грузового вагона является дуговая наплавка легированными износостойкими материалами.

**Ключевые слова:** пятниковый узел грузового вагона, износостойкость, восстановление, дуговая наплавка.

**Timofeeva L. A., Voskoboynikov D. G. Operating conditions and ways to improve the wear resistance working surface of freight wagon center plate arrangement.** The article analyzes the operating conditions of freight wagon center plate arrangement. It is established that the details of this unit when operating in conditions of dry friction and the presence of high subgrade and impact stress have low wear resistance at the rate of wear of working surfaces of 10 mm by 100 th. km.

Was studied the existing methods of recovery and improve the wear resistance of worn parts center plate arrangement. The most universal way to restore and improve the wear resistance of parts freight wagon center plate arrangement is arc surfacing.

It was determined that widely used methods of arc surfacing the alloyed facing material in the repair of freight wagon die cast worn parts allow to restore their dimensions and improve the wear resistance, however, have a number of limiting their application flaws. In this fashion is an urgent task, the development of a new composition of facing material having optimal physical and mechanical properties of weld metal and high wear resistance.

**Keywords:** freight wagon center plate arrangement, wear resistance, recovery, arc surfacing.

*Надійшла 21.06.2016 р.*

**Тимофеева Л.А.**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Качество, стандартизация, сертификация и технологии изготовления материалов», Украинский государственный университет железнодорожного транспорта.

**Воскобойников Д.Г.**, главный инженер, служба вагонного хозяйства регионального филиала «Южная железная дорога», публичное акционерное общество «Укрзалізниця».

**Timofeeva L.A.**, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the department «Quality, standardization, certification and production technology of materials», Ukrainian State University of railway transport.

**Voskoboinikov D.G.**, Chief engineer, rolling stock department of the region branch «Southern Railway» public joint stock company «Ukrainian Railways»