

УДК 629.463.65

О. В. Фомін, д.т.н., доцент

(професор кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного економіко-технологічного університету транспорту, м. Київ)

В. Є. Осьмак, к.т.н.

(ст. викладач кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного економіко-технологічного університету транспорту, м. Київ)

СУЧАСНИЙ МЕТОД ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ШИЙКИ ОСІ КОЛІСНОЇ ПАРИ АВТОМАТИЗОВАНИМ ОБЛАДНАННЯМ ТА ЇЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті наведено застосування технології відновлення шийок осей колісних пар електроерозійним методом. Розглядаються фізико-механічні властивості, глибина проникнення в матеріал, твердість, наводяться результати дослідження металографії відновленого покриття.

Ключові слова: залізничний транспорт, рухомий склад, колісні пари, електроерозійне відновлення, автоматизоване обладнання.

В статтє предложено использовать технологию восстановления шеек осей колесных пар электроэрозионным методом. Рассматриваются физико-механические свойства, глубина проникновения в материал, твердость, приводятся результаты исследования металлографией восстановленного покрытия.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, подвижной состав, колесные пары, электроэрозионный метод восстановления, автоматизированное оборудование.

Постановка проблеми. На вагоноремонтних підприємствах України в останні роки все гостріше постає питання відновлення шийок осей, які накопичуються після надходження в капітальний ремонт вантажних вагонів з експлуатації [7, 8, 9, 11, 15, 16, 17].

Після демонтажу колісних пар на шийках осей виявляються дефекти, з якими подальша робота колісної пари неможлива. Такі колісні пари підлягають розформуванню, а осі відкладаються на тривалий термін на зберігання (для тривалого зберігання необхідно проводити консервацію осей, щоб на них не виникла корозія) або вибраковуються в металобрухт, що не вигідно з економічної точки зору [8, 17, 12, 13, 14].

На сьогодні організувати технологію виготовлення нової осі потребує наявності спеціальних верстаків, технологічного оснащення та кваліфікованого персоналу. Вартість заготовки в 4,5 – 5 разів дорожче, ніж вартість металобрухту від забракованої осі. У зв'язку з цим, було прийнято рішення виготовляти на підшипникових заводах внутрішні кільця заниженого діаметру $130^{-0,035/-0,070}$ для посадки на вісь з діаметром шийки від 129,96 до 130,052 без відновлення, за умови збереження натягу в межах 0,030 – 0,070 мм. Прийняття цього рішення частково вирішило питання вибракування осей з заниженим діаметром, оскільки осі з діаметром шийки нижче 129,96 мм підлягають вибракуванню, що не рідко відбувається при ремонтах колісних пар.

© Фомін О. В., Осьмак В. Є., 2017

Мета роботи. Висвітлення особливостей та результатів застосування сучасного методу електроерозійного відновлення шийки осі колісної пари автоматизованим обладнанням. Наведено структурно параметричний та функціональний опис відповідного устаткування. Представлено результати металографічного аналізу відновленої шийки осі колісної пари вантажного вагона.

Основна частина. Фахівцями була розроблена та виготовлена установка електроерозійної обробки ЕЭВ-2 (рис. 1), призначена для відновлення [1, 2, 3, 4, 5] і зміцнення циліндричних і конічних поверхонь деталей типу вал. Установка монтується на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1М63 або іншому з аналогічними технічними характеристиками.



Рис. 1. Установка електроерозійної обробки ЕЭВ-2

Установка складається з: генератора технологічного струму; електродної головки; електропривода електронної головки; блока регулювання обертів шпинделя токарного верстата; струмознімачів із струмовідводами; пристрою для центрування електродів.

Технологія електроерозійної обробки заснована на полярному, від + до -, переносі матеріалу електрода на поверхню деталі в процесі електричного імпульсного розряду між ними. При цьому розплавлені в місці контакту електродів частки матеріалу електрода переносяться в електроерозійну лунку, яка утворилася на поверхні деталі, змішуються з її металом, який перебуває в рідкій розплавленій фазі, та формують шар з фізико-хімічними властивостями, близькими до властивостей матеріалу електрода. Процес електроерозійного відновлення ведеться в імпульсному режимі, тому частки розплавленого металу в процесі переносу на поверхню деталі не окислюються на повітрі, а зчіплюються з деталлю.

Така технологія використовується при відновленні шийок осей колісних пар згідно з технічними умовами [1, 2] і дозволена для впровадження на залізницях країн СНД та Балтії протокольним рішенням засідання Комісії Ради по залізничному транспорту повноважних фахівців вагонного господарства залізничних адміністрацій від 16-19.05.2006 р.

Застосування технології процесу електроерозійного відновлення та зміцнення (ЕЕВЗ) дозволяє:

- вести обробку без застосування спеціальної підготовки поверхні і особливих умов праці;
- виключити термічний вплив на геометричні розміри деталі і її фізико-механічні властивості, оскільки температура в зоні обробки не перевищує 200° С;

- забезпечити міцне зчеплення металу, що наноситься, з основою за рахунок його проникнення в глибину поверхні деталі на 0,15 – 0,25 мм;
- товщина нанесеного покриття складає 0,05 – 1,0 мм/діаметр;
- одержувати залежно від матеріалу електроду – інструменту, розмірів оброблюваної деталі і режимів обробки покриття завтовшки до 5 мм на діаметр і твердістю до 62 HRC_э;

При електроерозійному відновленні шийки осі використовуються електроди із зварювального дроту марок Св-06Х19Н10НЗТ, Св-07Х25Н13, Св-04Х19Н11М3 за ГОСТ 2246-70 діаметром 2 мм або 3 мм та довжиною від 120 мм до 140 мм. Допускається в якості електрода використовувати пластини з листової сталі тих самих марок з перетином 2 мм на 5 мм та довжиною 120-140 мм. На електродній головці встановлюється 27 електродів, які мають бути однакового діаметра та довжини, без іржі й слідів масла на поверхні.

Електродна головка – це текстолітовий диск, на якому встановленні 27 рухомих, підпружинних електродотримачів, які за допомогою гнучких провідників з'єднані із струмознімальним кільцем, що закріплюється на диску. Електродна головка встановлюється на вихідний вал черв'ячного редуктора. До його струмознімального кільця притискається підпружинена струмознімальна щітка, що електрично ізольована від корпусу. Струмознімальна щітка кріпиться на корпусі редуктора й приєднується за допомогою кабелю до плюсового полюса генератора технологічного струму.

Електропривод електродної головки складається із черв'ячного редуктора типу 2463, електродвигуна постійного струму типу СЛ621У та опори, що дозволяє закріпити електропривод на поперечному супорті токарного верстата. Генератор технологічного струму (рис. 3) має два канали й дозволяє працювати на шести режимах. Генератор встановлюється поблизу токарного верстата на зручній відстані для роботи з органами керування, що розташовані на передній панелі.



Рис. 2. Електродна головка



Рис. 3. Генератор технологічного струму

Блок регулювання оборотів шпинделя токарного верстата, виготовлений на базі мотор – редуктора типу ЗМП-31.5, встановлюється на рухомій опорній плиті, що закріплюється на боковій стінці токарного верстата так, щоб канавка шківів, встановленої на мотор – редукторі, співпадала (була в одній площині) з однією з канавок шківів шпинделя верстата. Можливо приєднувати мотор-редуктор до шпинделя верстата за допомогою муфти. Перед проведенням відновлення необхідно провести магнітну дефектоскопію шийок осей згідно з інструкцією [3] на відсутність тріщин.

Поверхні шийок перед відновленням повинні бути ретельно очищені від слідів масла, вологи та інших забруднень. За наявності на поверхнях шийок осі іржі або слідів корозії необхідно видалити їх шкуркою шліфувальною за ГОСТ 5009 із зернистістю 12.

За наявності на окремих ділянках шийок нерівномірного зносу чи глибоких корозійних пошкоджень глибиною більше 0,1 мм слід виконати обточування або шліфування цих ділянок з мінімально можливим припуском. При цьому шорсткість з параметром Ra обробленої поверхні не повинна перевищувати 5 мкм [4].

Проведення електроерозійного відновлення всієї циліндричної поверхні шийки осі або її частини проводять за один прохід в напрямку від галтелі до торця. На галтелі шийки покриття не допускається. Починати процес відновлення шийки необхідно на відстані від торця передпідматочинної частини осі, згідно з рис. 4.

Ділянка, що не підлягає відновленню

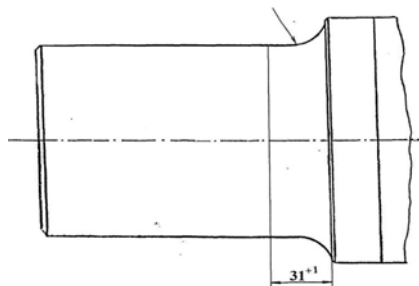


Рис. 4. Ділянка шийки осі, що підлягає відновленню

Для проведення електроерозійного процесу треба встановити необхідні режими для відновлення шийки осі. Величину робочого струму треба вибирати залежності від необхідної товщини покриття. При струмі 10А товщина нанесеного покриття орієнтовно складає 0,1 мм на діаметр, а при струмі 20А – 0,8 мм на діаметр.

Після закінчення роботи слід проконтролювати відновлену поверхню шийки осі на відсутність ділянок без слідів електроерозійного відновлення з відносною довжиною не більше 20%. За наявності дефектних ділянок їх необхідно видалити проточуванням або шліфуванням шийки осі та виконати повторне електроерозійне відновлення поверхні шийки на цих ділянках.



Рис. 5. Відновлена шийка осі колісної пари



Рис. 6. Шийка осі колісної пари після накатування та шліфування

Після електроерозійного відновлення всієї поверхні шийки осі або її частини виконують накатування всієї поверхні шийки відповідно до вимог технологічної інструкції [1, 4]. При необхідності доведення відновленої поверхні до потрібного діаметру проводять шліфування.

Після проведення накатування та шліфування (рис. 6) твердість на відновленій шийці осі складає 220 – 230 кг/см² [5].

Результати експериментального дослідження. Згідно з дослідами, при електроерозійній обробці глибина проникнення матеріалу електрода по всій поверхні складає залежно від робочого струму від 0,05 до 0,25 мм.

Твердість покриття перевищує твердість основного матеріалу. Вона поступово падає по мірі проникнення в поверхню деталі.

Міцність зчеплення покриття з основою відповідна міцності самої основи.

Дослідження металографії показали, що товщина покриття на зразку (світлий шар на рис. 7) змінюється в межах 45 – 50 мікрон. Вона містить невелику кількість пор товщиною до 10 мікрон і довжиною до 30 мікрон. Об'ємна частка пор складає близько 8 %. Спостерігалися відособлені пори, не сполучені між собою. Тому вони не роблять істотний впливу на зносостійкість покриття, а при подальшій пластичній деформації поверхні їх кількість буде зведена практично до нуля.

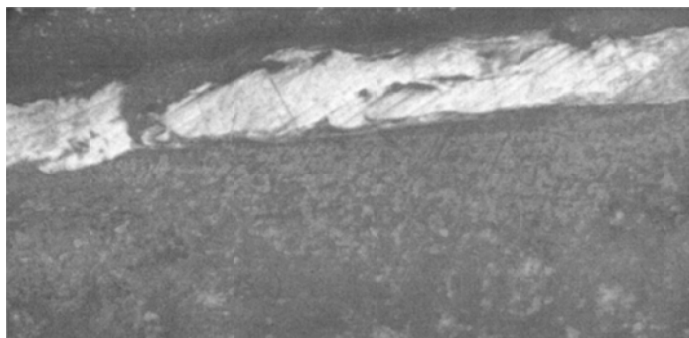


Рис. 7. Мікроструктура покриття

Висновки та пропозиції. Електроерозійне покриття по своїх механічних властивостях практично не відрізняється від властивостей металу деталі.

Таким чином, електроерозійний метод відновлення шийок осей колісних пар вантажних вагонів є не тільки економічно вигідним, адже він значно подовжує вік осі, але й дозволяє вести обробку без спеціальної підготовки поверхні та особливих умов праці, виключає термічний вплив на геометричні розміри деталі і її фізико-механічні властивості, забезпечує міцне зчеплення металу з товщиною нанесеного покриття 0,05 – 1,0 мм/діаметр, а також дозволяє одержувати залежно від матеріалу електрода – інструменту, розмірів оброблюваної деталі і режимів обробки покриття завтовшки до 5 мм на діаметр і твердістю до 62 HRC_э. Згідно з вище наведеним, установка електроерозійної обробки має недолік. Зараз продуктивність установки складає 1,5 – 2 осі за зміну. Але цей недолік можна виправити модернізувавши генератор технологічного струму та електродну головку.

ЛІТЕРАТУРА

1. ТУ 32 ЦВ-ВНИИЖТ-94/2. Восстановление шеек осей вагонных колес. Технические условия. МПС: – М. от 01.12.94.
2. Технологическая инструкция по эксплуатации электроимпульсной установки при восстановлении шеек осей колесных пар вагонов. ЦТВР – 5/20.
3. Інструкція з неруйнівного контролю деталей та вузлів вагонів магнітопорошковим, вихрострумовим та ферозондовим методами та з випробування на розтягання. ЦВ-0052.
4. Технологічна інструкція з відновлення шийок осей колісних пар електроерозійним методом Т 05.07. ЦВ – 0097.
5. Технологічні рекомендації по використанню технології та обладнання для електроерозійного відновлення й зміцнення зовнішніх поверхонь циліндричних деталей на установці типу ЕЕВ – 2.

6. Інструкції з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар. ЦВ – ЦЛ – 0062 Укрзалізниця. – К. – 2005. – 103 с.
7. *Фомін О.В.* Концепція ідеальних кузовів напіввагонів / О.В. Фомін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2013. – № 4(193). – С. 267–271.
8. *Фомін, О.В.* Аналіз доцільності застосування шестигранних порожнистих профілів в якості складових елементів несучих систем напіввагонів/ О.В. Фомін // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: науковий журнал. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. – Вип. 6(54). – С. 146–153.
9. *Panchenko, S. V.* Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises / S. V. Panchenko, T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L.O. Parkhomenko // *Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovyi Visnyk.* – 2016. – Vol.2. – P. 93-99.
10. *Горобченко О. М.* Методологія визначення величини параметру складності нештатної ситуації під час ведення поїзду // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, № 6 (54). – Д.: ДНУЗТ, 2014. – С.50-58 (doi 10.15802/stp2014/33077)
11. *Fomin, O.* Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model / O.V. Fomin / *Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry».* 2015, No. 1 – P.45-48.
12. *Фомін, О.В.* Використання профілю з перерізом у вигляді прямокутної труби в якості елементів каркасів кузовів залізничних напіввагонів / О.В Фомін, В.В Фомін // 36. наук. праць. – Луганськ: СХУ ім. В.Даля, 2012. – Вип. № 3(174). – С. 244–250.
13. *Lovska A. A.* Peculiarities of computer modeling of strength of body bearing construction of gondola car during transportation by ferry
14. *Osmak, V.* Classification isothermal rolling stock with the main criteria thermal properties fence body. (Класифікація ізотермічного рухомого складу залізниць з урахуванням основних критеріїв теплотехнічних властивостей огороження кузова.) [Текст] / V.Osmak / *Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry».* 2015, No. 3. – P. 265–267.
15. *Сапронова С.Ю.* Оптимізація профілів бандажів коліс локомотивів: монографія / С.Ю. Сапронова. – Луганськ: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – 171 с.
16. *Ткаченко В.П., Сапронова С.Ю.* Оцінка стійкості залізничних екіпажів від сходу з рейок / В.П. Ткаченко, С.Ю. Сапронова // Вісник СХУ ім. В.Даля. – Северодонецьк: Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2015. – № 1 [218]. – С. 266–271.
17. *Фомін, О.В.* Варіаційне описання конструктивних виконань вантажних вагонів/ О.В Фомін, А.В. Гостра // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Київ: ДЕТУТ, 2015. – Вип. 26–27. – С. 137–147.

*Alexei Fomin, Doctor of Science (Technical Sciences)
 (Professor, Cars and Carriage Facilities Chair of the State University for Transport Economy and Technologies)
 Viktor Osmak, PhD (Technical Sciences)
 (Senior Lecturer, Cars and Carriage Facilities Chair of the State University for Transport Economy and Technologies)*

MODERN METHODS OF ELECTRICAL RECOVERY NECK OSI WHEELSET AUTOMATED EQUIPMENT AND ITS EXPERIMENTAL RESEARCH

The article discusses the installation of electrical discharge machining which is designed to recover the necks of wheelset axles electro method. Details described EDM technology, which is based on polar material transfer from the electrode to the workpiece during the electrical discharge pulse therebetween. Research surface after recovery showed that the hardness of the coating is greater than the hardness of the base and the coating bond strength with the basis of appropriate strength very foundation. Metallography revealed the presence of a small number of pores which make no significant effect on the wear resistance of the coating and the further surface of the plastic deformation amount is reduced to zero. Electric Discharge cover for its mechanical properties virtually no different from the properties of the metal parts. Using the EDM method prolonging the axis

of the service, allows treatment without special surface preparation that special conditions robots ruled the thermal effect on the geometric dimensions of its parts and physics – mechanical properties, allows to obtain the coating thickness of more than five mm and a hardness of 62 HRC

Recovered axes permitted for use in accordance with applicable regulations.

Keywords: railway transport, rolling stock, wheel sets, electroerosion recovery method, automated equipment.

REFERENCES

1. TU 32 CV-VNIIZhT-94/2. Vosstanovlenie sheek osey vagonnih koles. Tehnicheskie uslovija. MPS: -M. ot 01.12.94.
2. Tehnologicheskaja instrukcija po jekspluatacii elektroimpul'snoj ustanovki pri vosstanovlenii sheek osey kolesnyh par vagonov. CTVR – 5/20.
3. Instrukcija z nerujnivnogo kontrolju detalej ta vuzliv vagoniv magnitoporoshkovim, vihostrumovim ta ferozondovim metodami ta z viprobuvannja na rozjtjagannja. CV-0052.
4. Tehnologichna instrukcija z vidnovlennja shijok osey kolisnih par elektroerozijnim metodom T 05.07. CV – 0097.
5. Tehnologichni rekomendacii po vikoristannju tehnologii ta obladnannja dlja elektroerozijnoho vidnovlennja j zmicennja zovnishnih poverhon' cilindrichnih detalej na ustanovci tipu EEV – 2.
6. Instrukcii z ogljadu, obstezhennja, remontu ta formuvannja vagonnih kolisnih par. CV – CL – 0062 Ukrzaliznicja. – K.: 2005. 103s.
7. Fomin, O.V. Koncepcija ideal'nih kuzoviv napivvagoniv [The concept of ideal bodies gondola] [Text] / O.V. Fomin // Journal of East Ukrainian National University named after Vladimir Dal, a scientific journal. – Lugansk: EUNU. Dal, 2013. – № 4 (193). – S. 267-271.
8. Fomin O. V. Analiz dotsilnosti zastosuvannja shestyhannykh porozhnystrykh profiliv v yakosti skladovykh elementiv nesuchykh system napivvagoniv //Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu im. akademika V. Lazariana, Nauka ta prohres transportu, 6 (54). – 2014. – C. 146-153.
9. Panchenko, S. V. Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises / S. V. Panchenko, T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L. O. Parkhomenko // Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovi Visnyk. – 2016. – Vol.2. – P. 93-99.
10. Gorobchenko O. M. Metodologija viznachennja velichini parametru skladnosti neshtatnoi situacii pid chas vedennja poizdu //Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovskogo nacional'nogo universitetu zaliznychnoho transportu, № 6 (54). – D.:DNUZT, 2014. – S.50-58 (doi 10.15802/stp2014/33077)
11. Fomin, O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model / O.V. Fomin / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015, No. 1 – P.45-48.
12. Fomin, O.V. Using of rectangle profiles by elements of gondola bodies / O.V. Fomin, V.V. Fomin, // Zbirnyk naukovykh prac' EU V. Dahl National University. 2012 (3(174)) – P. 244-250.
13. Lovska A. A. Peculiarities of computer modeling of strength of body bearing construction of gondola car during transportation by ferry
14. Osmak, V. Classification isothermal rolling stock with the main criteria thermal properties fence body. [Tekst] / V. Osmak / Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». 2015, No. 3 – P. 265–267.
15. Sapronova S.U. Optimization design profiles of bracer wheel of locomotive: Monograph / S.U. Sapronova – Lugansk: Vyd. EU V. Dahl National University. 2011. 171 p.
16. Tkachenko V.P., Sapronova S.U. Estimation of firmness from derailing / V.P. Tkachenko, S.U. Sapronova // Vistnyk EU V. Dahl National University. 2015 (1 [218]). – P. 266-271.
17. Fomin, O.V. Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnih vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars] / O.V. Fomin, A.V. Gostra // Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series «Transport systems and technologies» – Kyiv: DETUT, 2015. – Vyp.26-27. – p.137-147.