

лиз методом конечных элементов / А.А. Алямовский. – М.: ДМК, 2007. – 784 с.

10. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовський, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

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

12. РД 50-694-90. Методические указания. Надежность в технике. Вероятностный метод расчета на усталость сварных конструкций. – Москва, 1991. – 84 с.

13. International Institute of Welding Fatigue Recommendations: <http://ru.scribd.com/doc/82937107/IIW-Recommendations-for-Fatigue-Design-of-Welded-Joints-and-Components-2008>.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Браславець Юрій Володимирович**, провідний інженер відділу зварювання та ремонту відділення надійності філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Українська залізниця».

Вул. Глисерна, 14, м. Запоріжжя, Україна.  
Тел.: +38 050 965 33 04

**Коломієць Олександр Петрович**, начальник сектору вимірювань науково-дослідного відділу випробувань філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Українська залізниця».  
Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, Україна.  
Тел.: +038 044 309 61 41

**Шевчук Павло Анатолійович**, начальник сектору комплексних інженерних розрахунків науково-дослідного відділу випробувань філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Українська залізниця».  
Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, Україна.  
Тел.: +038 044 309 61 41

**Кара Сергій Віталійович**, провідний інженер науково-дослідного відділу динаміки та міцності філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Українська залізниця».  
Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, Україна.  
Тел.: +038 044 309 61 41.  
E-mail: kara1520mm@gmail.com

УДК 629.4.027.5

*Інженери О.М. Олексієнко, А.І. Феногенов, В.В. Нестикайло*

**ВІДНОВЛЕННЯ РІЗЬБОВИХ ОТВОРІВ М20 ОСЕЙ РУ1Ш**

*Ключові слова:* рухомий склад, вантажні вагони, колісні пари, осі, торцеві різьбові отвори, наплавлення отворів.

**Вступ та постановка проблеми**

Вісі колісних пар є масовими, коштовними і складними у виготовленні деталями конструкції вантажних вагонів. Термін придатності найбільш поширених осей типу РУ1Ш у значній мірі залежить від стану різьбових отворів М20 у їх кінцевих торцевих частинах. Структурний підрозділ

(СП) «Київське ПКТБ РС» філії «НДКТІ» ПАТ «Укрзалізниця», спільно з фахівцями Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона Національної академії наук України, провели науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) по відновленню різьбових отворів М20 осей РУ1Ш колісних пар вантажних вагонів з метою продовження терміну їх експлуатації [1].

**Аналіз стану питання**

Вісь РУ1Ш (рис.1) являє собою деталь циліндричної форми довжиною 2216 мм і масою понад 400 кг.

На торцях обох кінців вісь має по чотири глухих отвори з різьбленням М20 для кріплення за допомогою болтів шайб, що утримують на осі внутрішні обойми підшипників буксових вузлів. В процесі експлуатації вищевказані різьбові отвори сприймають значні навантаження, що призводить до пошкодження

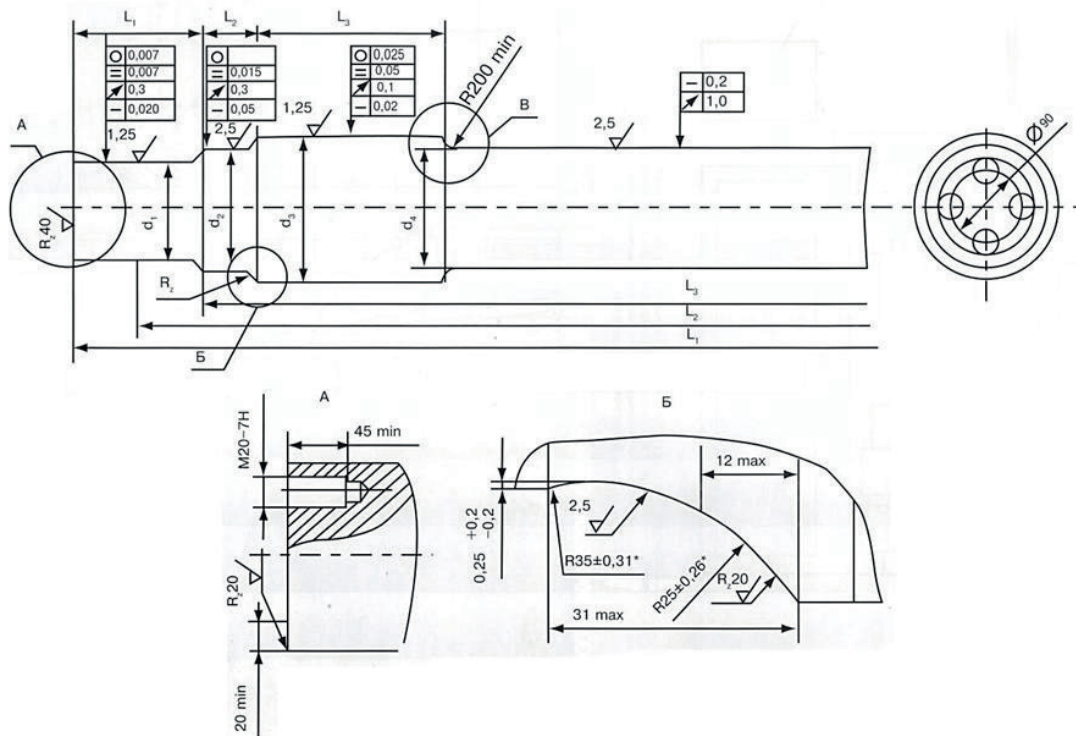


Рис. 1 – Кінцева частина осі туну РУ13

їх різьби, (часткове або повне руйнування різьбових витків). Дані пошкодження приводять до зниження надійності кріплення буксового вузла, бракування осі та вилучення її з експлуатації, що спричиняє за собою значні матеріальні витрати для експлуатаційних і ремонтних підприємств галузі.

#### Мета і завдання дослідної роботи

Метою виконаної роботи є відновлення експлуатаційної придатності осей РУ13 шляхом розробки найбільш ефективної технології відновлення різьблення М20 у глухих отворах на їх торцевих частинах. Завданням ДКР також було розроблення відповідного оснащення і обладнання для поточного виконання відновлення різьблення у отворах осей в умовах підприємств залізничної галузі.

#### Результати дослідно-конструкторської роботи

В результаті проведеної НДКР було розроблено експериментальну модель обладнання з вибраним способом наплавлення різьбових отворів, підібрані зварювальні матеріали, відпрацьовані технологія та режими наплавлення. Крім того, також були визначені умови наплавки отворів при яких забезпечується найвища якість наплавленого шару при мінімальних деформаціях посадочної поверхні шейки осі. При проведенні досліджень з використанням фрагментів

осей зі зношеними різьбовими отворами були опробовані різні технологічні варіанти відновлення, в результаті чого була вибрана спосіб наплавлення внутрішньої поверхні отворів М20 тонкою зварною проволокою у захисних газах (схема створеної лабораторної установки приведена на рис.2), який забезпечує мінімальні тепловантаження на деталь та її остаточні деформації.

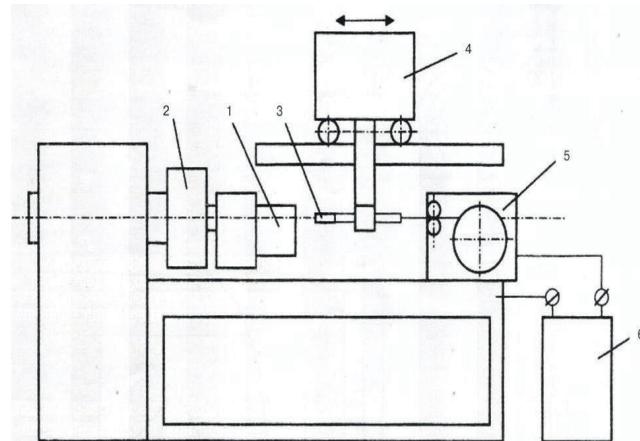


Рис.2 – Схема установки для наплавлення отворів у осі тонкою проволокою у захисних газах:

1 – зразок з отвором що наплавляється; 2 – патрон обертача; 3 – наплавочний пальник; 4 – супорт прокільного переміщення; 5 – механізм подачі проволоки; 6 – джерело зварного струму

Наплавлення здійснюється дротом Св-08Г2С Ø0,8 мм у суміші аргону та вуглецю Ar + 25% CO<sub>2</sub>. Час наплавлення отвору завглибшки 50 мм становило близько 160 с. Наплавлення виконувалось з попереднім підігрівом шейки осі до температури 150-200 ° С, що забезпечує твердість наплавленого металу в межах 220-250 НВ. Після наплавлення і повного охолодження шейки осі, перед нарізанням різьби у отворах, контролювався розмір посадкового місця обойми підшипника на шийці. Результати замірів наведені на рис.3.

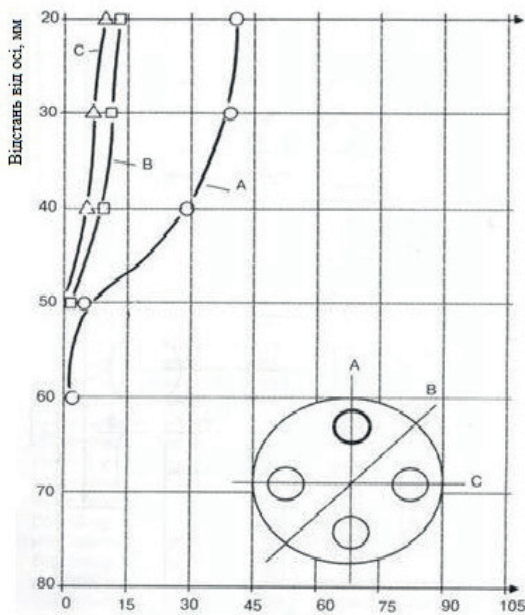


Рис.3 – Поперечні деформації осі при наплавленні її торцевих отворів

Виходячи з отриманих результатів в ДП «ПКТБ ЦВ УЗ» (нині – СП «Київське ПКТБ РС») була розроблена конструкторська документація на дослідний зразок установки С01.02 для наплавлення отворів М20 осей РУ1Ш, а також розроблено відповідний типовий технологічний процес. На установці С01.02 було наплавлено дослідну партію з 4-х осей, причому на кожній шийці наплавляли по одному отвору.

Після контрольних обмірів шийок осей, проведення їх неруйнівного контролю та нарізання різьб М20 у їх торцевих отворах на Дарницькому ВРЗ (нині філія «Дарницький ВРЗ» ПАТ «Укрзалізниця») з цими осями були сформовані чотири колісні пари, встановлені у візки моделі 18-100, які були підключені

під напіввагон № 67150409. Експлуатаційні випробування осей з відновленими різьбовими отворами проводилися у складі на піввагону відповідно до затвердженої «Програми і методики експлуатаційних випробувань осей типу РУ1Ш з відновленими після наплавлення різьбовими отворами М20-6Н», С01.05 [2] в період 2008-2009 років, під час перевезення вантажів у складі замкнутого дослідного маршруту №1 у напрямку «Роковата-Ужгород-Кошице».

Пробіг вагона під час експлуатаційних досліджень склав 140,7 тис. км. Результати обстежень дослідних осей після завершення експлуатаційних випробувань показали, що різьбові отвори М20 на шийках осей не мають пошкоджень, відповідають вимогам діючої нормативної документації і можуть бути допущені до подальшої експлуатації.

З огляду на позитивні результати проведених експлуатаційних випробувань, на 52-му засіданні Комісії Рад по залізничному транспорту держав-учасниць Співдружності від 04-06.10.2011 у м.Вітебск було погоджено дану технологію відновлення різьбових отворів М20 у торцевих частинах осей РУ1Ш, що надає дозвіл на курсування вантажних вагонів з відновленими осями за даним методом по території не лише України, а й країн СНД.

### Висновки

Відновлення зношених торцевих отворів з різьбленням М20 вагонних осей типу РУ1Ш шляхом наплавлення у середовищі аргону та вуглецю забезпечує їх необхідну експлуатаційну надійність і рекомендовано для поширення у використанні.

СП «Київське ПКТБ РС» необхідно завершити комплекс робіт зі створення промислового обладнання та технологій для широкого промислового впровадження відновлення різьблення торцевих отворів осей РУ1Ш колісних пар вантажних вагонів, для чого:

- розробити і виготовити пілотний зразок промислової установки з наплавлення;
- оптимізувати під сучасні види зварних матеріалів технологію наплавлення;
- організувати на запит вагоноремонтних підприємств ПАТ «Укрзалізниця» та інших виробництво і впровадження необхідного обладнання для наплавлення отворів в осях колісних пар вантажних вагонів.



## *Література*

1. Эксплуатационные испытания опытных осей колесных пар, восстановленных плазменно-дуговой металлизацией / Б.Д. Лебедь, В.И. Липисий, В.В. Нестыкайло, В.И. Зеленин, П.М. Кавуненко, М.А. Полещук, В.В. Тисенков, С.В. Бондарев, С.А. Гаврилов // Сб. докладов науч.-тех. конф. «Пути повышения эксплуатационной безопасности и надежности ж/д транспорта на основе инновационных технологий сварки и родственных процессов». - К., 2012. – С.17-19.
2. Програма і методика експлуатаційних випробувань осей типу РУ1Ш з відновленими після наплавлення різьбовими отворами М20-6Н:С01.05.–Київ: ДП«ПКТБЦВУЗ»,2005.–50с.

## **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Олексієнко Олександр Миколайович**,  
начальник технологічного відділу СП «Київське ПКТБ РС» філії «Науково-дослідний та

конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. Алма-Атинська,74, м. Київ, 02092.

Тел.: +38 050 334 21 99.

E-mail: pktb.oleksienko@gmail.com

**Феногенов Анатолій Іванович**,

головний технолог СП «Київське ПКТБ РС» філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. Алма-Атинська,74, м. Київ, 02092.

Тел.: +38 (044) 207 85 67.

E-mail: pktb.fenogenov@gmail.com

**Нестикайло Валерій Васильович**,

головний фахівець ВАТ «Т.М.ВЕЛТЕК».

Вул.Боженка 15, корпус №7, офіс 303, 507, м. Київ, 03680.

E-mail: novitckiy@veldtec.ua

УДК 620.423.293.2(3)

*Д-р. техн. наук П.Д. Андриєнко  
Інженери О.В. Набока, А.Э. Леонов*

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДА ДЕЛ02**

*Ключевые слова: дизель-поезд, тяговый инвертор, преобразователь собственных нужд*

### **Постановка проблемы**

В настоящее время в эксплуатации находится 6 опытных дизель-поездов ДЕЛ02 с электропередачей на базе асинхронных двигателей. Четыре из них (№№ 001-004) построены ПАО «Лугансктепловоз» в период с 2003 по 2007 г.г. и эксплуатируются в депо г. Николаев Одесской ж/д. Дизель-поезда ДЕЛ02 № 005 и № 006 произведены в 2012 г. и находятся в эксплуатации в депо Илловайск Донецкой ж/д и депо г. Коломыя Львовской ж/д. [1-6]. Растянутые сроки изготовления дизель-поездов обусловили их существенное различие по конструктивным и схемным решениям. Тяговые инверторы передачи первых четырех дизель-поездов выполнены на ГТО тиристорах, а для последующих дизель-поездов №005-006 - на IGBT модулях. По состоянию

на август 2016 г. пробег дизель-поездов ДЕЛ02 приписки депо г. Николаев, начиная с первого номера, составил, соответственно их номерам: 240; 800; 790; 670 тыс. км.

Опыт эксплуатации дизель-поездов ДЕЛ02 показал их достаточно высокую эффективность. Расход топлива составил 1,5-3 л/км, в зависимости от профиля участка обращения и средней скорости движения, что на 20-30 % меньше, чем для дизель-поездов серии Д1 с гидropередачей. Вместе с тем, были выявлен ряд недостатков дизель-поездов ДЕЛ02, связанных с выходом из строя их силовых полупроводниковых приборов, отказами тяговых асинхронных двигателей и несовершенством алгоритмов управления. Отмеченные недостатки были устранены в электропередачах поездов ДЕЛ02 №005-006 и опыт их трехлетней эксплуатации подтвердил более высокую надежность отмеченных узлов.

### **Постановка задачи статьи**

Целью настоящей статьи является обобщение результатов эксплуатации и разработка рекомендаций по модернизации ряда узлов.

### **Изложение основного материала исследования**

Учитывая накопленный опыт эксплуатации дизель-поездов ДЕЛ02 № 005-006, тяговые