

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РУХОМОГО СКЛАДУ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Пуларія А. Л. – доцент кафедри «Вагони та вагонне господарство» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, к.т.н., керівник Центру технічної діагностики та неруйнівного контролю на залізничному транспорті

Безовська Л. П. – старший науковий співробітник ГНДЛ «Вагони» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Удосконалення роботи залізничного транспорту вимагає збільшення осьових і погонних навантажень та підвищення швидкості руху рухомого складу. При цьому необхідно вирішувати задачі, пов'язані зі збільшенням міжремонтних пробігів і зменшенням витрат на утримання рухомого складу протягом життєвого циклу. Одним зі шляхів розв'язання цих задач є удосконалення системи його технічного обслуговування та ремонту.

У процесі технічного обслуговування та ремонту контроль технічного стану рухомого складу відіграє особливу роль, оскільки дозволяє вчасно виявляти дефекти конструктивних елементів і усувати їх. Засоби контролю, за умовами їх використання, можна поділити за наступними напрямками:

- 1) стаціонарні комплекси, через які проходить рухомий склад під час експлуатації;
- 2) стаціонарні комплекси, які виконують контроль деталей рухомого складу при виконанні ремонтних робіт;
- 3) мобільні засоби контролю, які використовуються як під час технічного огляду, так і при ремонті.

Окрім згаданих засобів контролю, до них відносяться: вимірювальний інструмент, шаблони, прилади неруйнівного контролю.

Стаціонарні комплекси першого напрямку використовуються для контролю технічного стану рухомого складу без вилучення його із експлуатаційного парку. Слід відмітити, що цей контроль можна вчасно та якісно виконувати за допомогою сучасних засобів контролю, які дозволяють контролювати геометричні, температурні, акустичні параметри рухомого складу.

Якісно новий рівень технології контролю технічного стану рухомого складу забезпечить впровадження автоматизованих систем неруйнівного контролю, за допомогою яких буде здійснюватися виявлення дефектів рухомого складу на ходу поїзда при підході до станції. Дані від кожної системи діагностування можуть передаватися на ПТО. За цими даними буде прийматися рішення про необхідність ремонту без відчеплення від складу поїзда несправного вагона або направлення його на спеціально виділені колії для ремонту.

Використання стаціонарних автоматизованих комплексів діагностування для контролю технічного стану на ходу поїзда дозволяють визначати такі параметри та несправності:

- температуру буксового вузла та загальмованих коліс;
- дефекти коліс по кругу кочення;
- геометричні параметри коліс;
- наявність деталей, що волочаться;
- габаритні розміри;
- нерівномірність завантаженості;
- сповзання букси з шийки осі та інші.

Викликають інтерес багатофункціональні комплекси, за допомогою яких одночасно контролюється робота декількох вузлів рухомого складу. Так, багатофункціональний комплекс технічних засобів КТСМ-02 включає до себе підсистеми виявлення несправностей буксових вузлів і дефектів коліс, загальмованих колісних пар та деталей, що волочаться [1]. На рис. 1 показано розташування модуля обладнання для фіксації дефектів комплексу КТСМ-02.



Рисунок 1 – Розташування модуля обладнання для фіксації дефектів комплексу КТСМ-02

Теплові методи діагностування рухомого складу на ходу поїзда виявляють критичний стан буксових вузлів. Для виявлення дефектів на ранній стадії пропонуються акустичні

методи контролю. При цьому досліджуються шуми та вібрації, які виникають через дефекти у підшипниках буксових вузлів в експлуатації. Для оцінки технічного стану буксових підшипників з використанням акустичних методів застосовують пости акустичного контролю (ПАК) [1]. На рис. 2 показано пост акустичного контролю буксових вузлів, який дозволяє виявляти дефекти задовго до виникнення відмови і початку перегріву підшипників.



Рисунок 2 – Пост акустичного контролю виявлення дефектів на ходу поїзда

Серед стаціонарних засобів контролю рухомого складу на ходу поїзда також відомі наступні [1]:

КТИ – автоматизований діагностувальний комплекс для вимірювання геометричних параметрів поверхні кочення коліс з метою виявлення ступеню зносу та кількісної оцінки дефектів суцільнокатаних коліс на ходу поїзда (рис. 3, а);

САКМА – система автоматичного контролю механізму автозчепу для виявлення на ходу поїзда несправностей автозчепних пристроїв і можливості розчеплення двох суміжних автозчепів (рис. 3, б);

АСООД – автоматизована система виявлення рухомого складу з негативною динамікою через порушення геометрії ходових частин і дефектів підвішування кузова (рис. 3, в).

а*б**в*

Рисунок 3 – Загальний вигляд модулів обладнання для вимірювання геометричних параметрів і виявлення дефектів: *а* – автоматизованого діагностувального комплексу КТИ; *б* – системи автоматичного контролю механізму автозчепу САКМА; *в* – автоматизованої системи виявлення рухомого складу з негативною динамікою АСООД

Заслужує уваги автоматизовані діагностувальні комплекси для контролю геометричних параметрів колісних пар на ходу поїзда для виявлення зносів суцільнокатаних коліс. Наприклад, на рис. 4 показано модуль обладнання системи «Комплекс» [2], за допомогою якого контролюються такі параметри: товщина та ширина обода, товщина гребеня, діаметр колеса по колу кочення, відстань між внутрішніми гранями ободів коліс тощо. Застосування цієї системи дозволяє підвищити надійність експлуатації рухомого складу та максимально усунути імовірність виникнення аварійних ситуацій на залізниці, викликаних дефектами коліс.



Рисунок 4 – Модуль обладнання системи «Комплекс»

Удосконаленню та розвитку систем контролю технічного стану приділяється пильна увага з боку розробників, виробничих компаній і залізниць у багатьох країнах світу. На залізницях Західної Європи та США найбільше розповсюдження отримали системи виявлення передаварійного стану буксових вузлів за допомогою безконтактного вимірювання температури перегрівання датчиками ІЧ-випромінювання. Крім цього, засоби виявлення нагрітих передаварійних буксових вузлів доповнюються засобами ранньої діагностики дефектів буксових підшипників, а також засобами діагностики з точним вимірюванням параметрів механічних дефектів візків і коліс [3].

У сучасних системах моніторингу колісних пар у межах єдиного комплексу передбачається створення декількох модулів, які забезпечують отримання повної інформації про параметри колісної пари. Прикладом такої системи може служити комплексна система WISE (США), яку показано на рис. 5. Комплексна система контролю колісних пар WISE окрім пристроїв, які виміряють профіль і діаметр колеса, включає модулі з визначення дефектів коліс та вимірювання прокату й овальності [3].

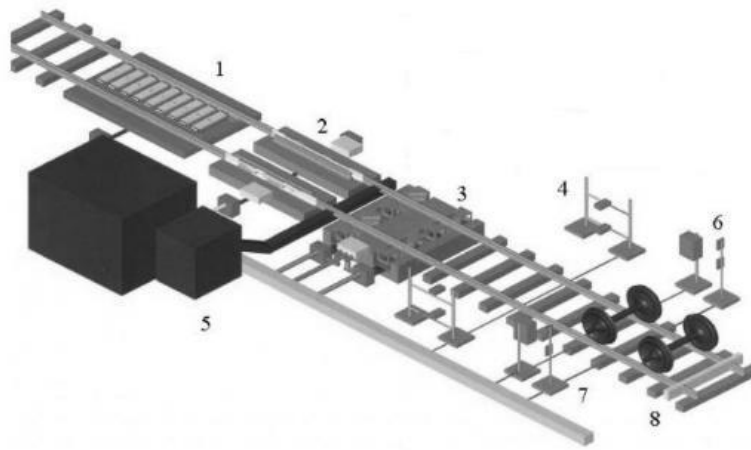


Рисунок 5 – Комплексна система контролю колісних пар WISE:

- 1 – модуль вимірювання прокату та овальності; 2 – модуль визначення дефектів колеса;
 3 – модуль WIS для виміру профілю й діаметра колеса; 4 – датчик положення складу;
 5 – приміщення для розміщення контрольно-вимірювальної апаратури; 6 – модуль
 автоматичної ідентифікації рухомого складу; 7 – канал прокладання кабелів;
 8 – датчик наявності сторонніх предметів

Стаціонарні комплекси засобів контролю другого напрямку застосовують під час ремонтних робіт. Ці комплекси дозволяють виконувати технічний контроль при виконанні ремонту вузлів і деталей рухомого складу на якісно новому рівні.

У даний час для діагностування вузлів і деталей рухомого складу під час ремонту та виготовлення розроблені системи вібродіагностики. На рис. 6 показано систему вібродіагностики буксових вузлів колісних пар ОМСД-03 [4], яка дозволяє виявляти дефекти буксових вузлів не тільки з роликовими підшипниками, але й з підшипниками касетного типу.



Рисунок 6 – Комплекс вібродіагностики буксових вузлів колісних пар ОМСД-03

Система вібродіагностики підшипників кочення, яка розроблена спеціалістами АТ «КНВЗ-КЕН», виявляє та автоматично вказує конкретні несправності підшипників кочення, що дозволяє допускати до експлуатації підшипники з максимальним ресурсом. На рис. 7 представлено систему вібродіагностики підшипників кочення КОМПАКС-РПП.



Рисунок 7 – Система підшипників кочення КОМПАКС-РПП

Для автоматизації процесів вимірювання параметрів вузлів і деталей рухомого складу доцільно застосовувати автоматизовані стаціонарні установки з використанням безконтактних лазерних пристроїв контролю основних геометричних параметрів рам і надресорних балок візків, пружин, гальмових башмаків, фрикційних клинів, колісних пар, автозчепного пристрою та його деталей тощо. Ці безконтактні оптичні пристрої забезпечують необхідну точність і діапазон вимірювання геометричних параметрів. На рис. 8 і рис. 9 наведено приклади використання автоматизованих установок, робота яких базується на безконтактних методах лазерного контролю геометричних параметрів візків і колісних пар відповідно (виробник – ТОВ «Агроел»). Дані установки можуть бути застосовані на потокових лініях ремонту.

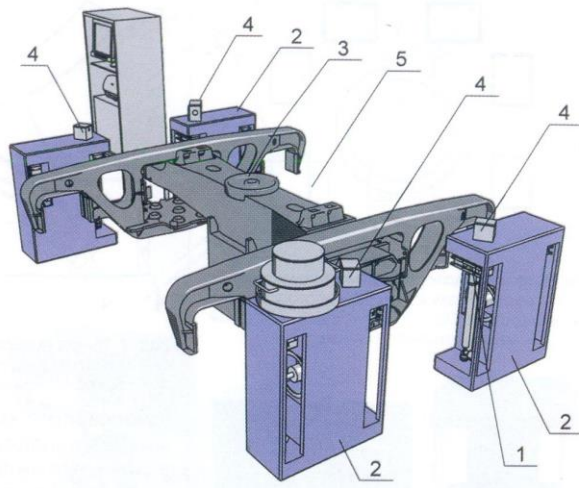


Рисунок 8 – Автоматизована установка вимірювання геометричних параметрів візків:
1, 3, 4 – лазерні тріангуляційні вимірювачі; 2 – модулі вимірювання рами; 5 – візок

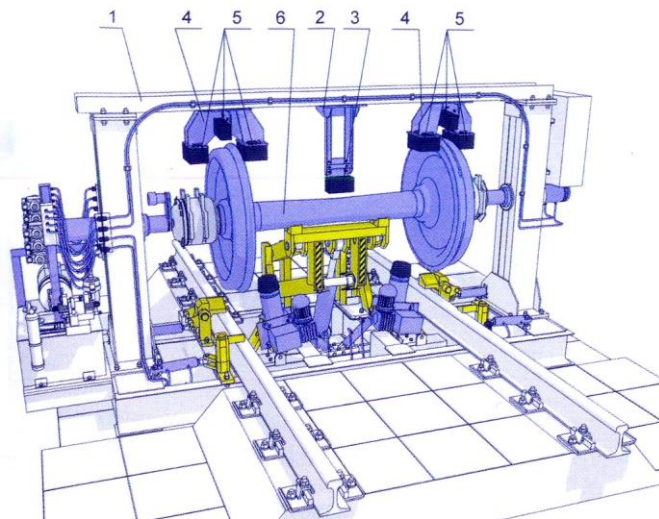


Рисунок 9 – Автоматизована безконтактна установка для вимірювання параметрів колісних пар візків вантажних вагонів:
1 – рама; 2, 4 – кронштейни; 3, 5 – лазерні тріангуляційні вимірювачі; 6 – колісна пара

Окреме місце у цій групі комплексів займають засоби неруйнівного контролю.

Оцінка стану литих деталей та деяких конструктивних елементів, таких, як котли цистерн, може здійснюватися за допомогою акустико-емісійних дефектоскопів. Перевагою цього контролю є те, що об'єктом контролю є вся деталь, яка навантажується у процесі контролю. Акустичні датчики фіксують внутрішні шуми, що виникають під час навантаження. Аналіз результатів контролю виконується за існуючою базою даних. На

рис. 10 представлено установку для проведення акустико-емісійного контролю надресорних балок и бокових рам візків вантажних вагонів [5].



Рисунок 10 – Установка для акустико-емісійного контролю АЕ-РБ-1

Контроль поверхневих дефектів поздовжньої і поперечної орієнтації великогабаритних деталей при їх випуску із виробництва і після ремонту можна забезпечити мокрим магнітопорошковим методом. На рис. 11 показано стенд УМПК-39 для здійснення такого контролю, який вбудовується до технологічної лінії виробничої дільниці або може експлуатуватися самостійно як окрема позиція магнітопорошкового контролю [5].

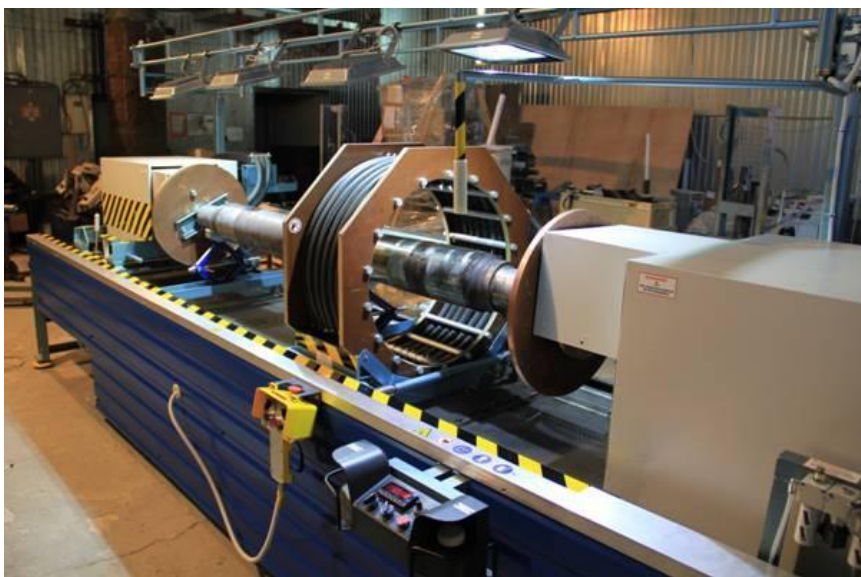


Рисунок 11 – Стенд магнітопорошкового контролю великогабаритних деталей УМПК-39

Автоматизований неруйнівний контроль колісних пар вагонів із застосуванням ультразвукового та вихрострумового методів дозволяє виконувати установка комплексного контролю СНК КП-8.3 (рис. 12). Ця установка виявляє дефекти типу неоднорідність металу, тріщини різної орієнтації, поверхневі дефекти [5].



Рисунок 12 – Установка комплексного контролю колісних пар вагонів СНК КП-8.3

Після ремонту рухомого складу виникає необхідність контролювати не тільки окремі вузли (рис. 6 – рис. 12), а також роботу функціональних систем у цілому, до яких входять ці вузли. Тому після складання, наприклад, ходових частин, треба проводити вихідний контроль відповідно до вимог діючих нормативних документів. На рис. 13 показано стаціонарний, автоматизований, прохідний стенд випробування та обміру візків СИОТ (виробник – ТОВ «Агроел»). Стенд забезпечує: створення навантаження на підп'ятник візка; безконтактний контроль зазорів у буксових прорізах, заниження (завищення) фрикційних клинів, різниці діаметрів коліс тощо.

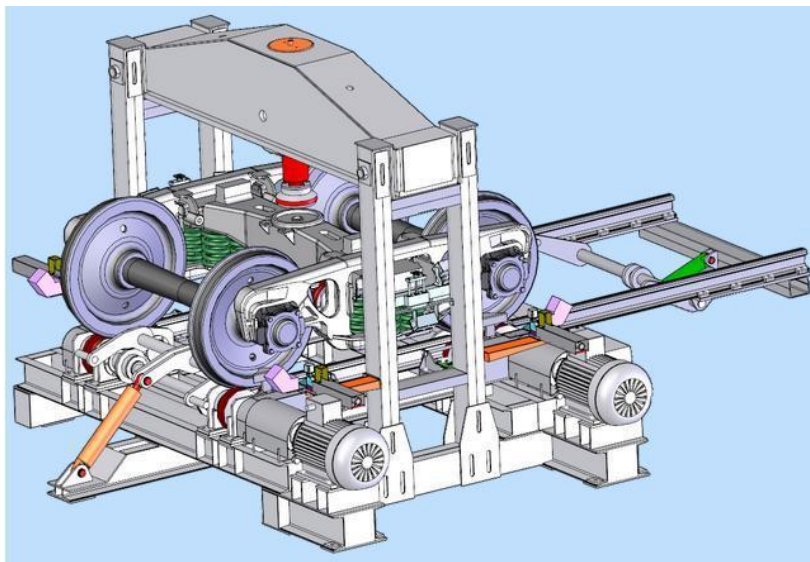


Рисунок 13 – Автоматизований стенд випробування та обміру візків

Питанню випробування візків під навантаженням приділяється увага і в інших країнах. У Німеччині спроектовано випробувальні стенди за модульною системою [6], яка забезпечує можливість цілеспрямованого виконання випробувань та вимірювань. Це дозволяє формувати з них як прості вимірювальні стенди з обмеженими вимогами до оснащення, так і високоавтоматизовані установки з автоматичним налаштуванням випробувальних стендів. На рис. 14 показано деякі варіанти стендів для випробування візків під навантаженням. Стенди для випробування візків імітують реальні навантаження, які передаються від кузова рухомого складу на ходову частину.



Рисунок 14 – Стенди для випробування візків

Мобільні засоби контролю третього напрямку застосовуються під час технічного огляду та при ремонті. Особливість здійснення технічного контролю полягає в тому, що його виконання обмежується нормативним часом, протягом якого треба провести необхідні роботи. Тому під час технічного огляду та безвідчипного ремонту потрібно використовувати мобільне обладнання, яке прискорює процес контролю та підвищує його якість.

Так, пристрій випробування гальмового обладнання СИТОВ-ДР (виробник – ТОВ «Технозбут») виконує контроль гальмового обладнання вантажних вагонів після ремонту. В автоматичному режимі він виконує вимірювання параметрів гальм, перевірку їх працездатності. За наявності несправностей пристрій визначає їх джерело, що прискорює процес огляду при ремонті. Пристрій, що змонтовано на пересувних шасі (рис. 15), повністю контролює власний технічний стан та має автономне електроживлення.

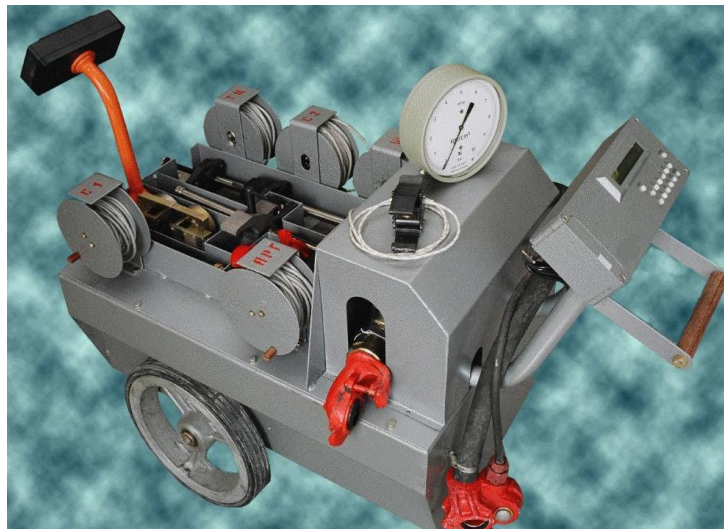


Рисунок 15 – Загальний вид пересувної установки СИТОВ

Для перевірки технічних характеристик пневматичного та електропневматичного обладнання гальм пасажирських вагонів розроблено пристрій СИТОВ-1 ПАС (виробник – ТОВ «Технозбут»), який дозволяє здійснювати повний обсяг робіт з контролю параметрів гальмового обладнання відповідно до вимог нормативної документації.

Автоматизований пересувний комплекс Т-1395 (рис. 16) використовується для проведення випробувань автогальм вагонів після проведення відчипного ремонту [7]. Комплекс забезпечує: продувку стиснутим повітрям гальмової магістралі вагонів; зарядження гальмової магістралі вагонів; відпуск гальм вагонів; визначення щільності гальмової магістралі; перевірку дії гальм на гальмування та відпуск тощо.



Рисунок 16 – Автоматизований пересувний комплекс випробування гальм

Під час випробування гальм на ППВ підвищення загального технічного рівня обслуговування та виключення суб'єктивного фактору можна досягти використанням установки діагностування гальм УДТМ (виробник – ТОВ «Агроел»), яку показано на рис. 17. Ця установка забезпечує проведення випробування гальм одного вагона або групи вагонів. Установка УДТМ забезпечує: продувку гальмової магістралі; зарядження гальмової магістралі групи вагонів; гальмування складу; відпуск; перевірку щільності та тиску гальмової магістралі тощо.



Рисунок 17 – Установка діагностування гальм мобільна

Для підвищення якості виявлення несправностей складу поїзда під час огляду на ПТО, зменшення часу вимірювання можуть використовуватися малогабаритні прилади із застосуванням безконтактних скануючих датчиків (виробник – ТОВ «Агроел»). Як

приклад на рис. 18 показано зони контролю параметрів: 1 і 2 – діаметра колеса, товщини та вертикального підрізу гребеня, рівномірного прокату, товщини обода; 3 – вихід колодки за край колеса; 4 – завищення-заниження клина. Даний прилад не лише здійснює замір параметрів, а й надає висновки щодо придатності колісної пари за даним параметром до експлуатації.

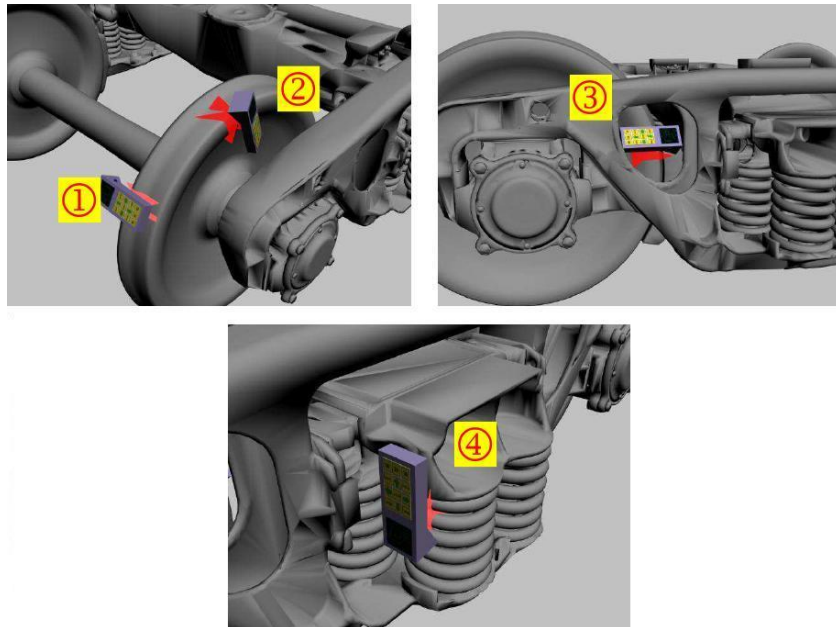


Рисунок 18 – Зони контролю параметрів

Використання вищезгаданих засобів контролю потребує наявності підготовлених фахівців, які здобули необхідні знання під час навчання та мають практичні навички застосування таких технічних засобів.

У даній статті розглянуті лише деякі приклади використання сучасного обладнання для здійснення контролю технічного стану рухомого складу на якісно новому рівні. На цей час спроектовано та виготовлено дуже багато різноманітних засобів контролю як в Україні, так і за її межами, які дозволяють:

- зменшити час, що витрачається робітниками на виконання контрольних операцій;
- автоматизувати процес пошуку дефектів шляхом підвищення якості виявлення несправностей та виключення впливу людського фактора;
- реєструвати, зберігати, переглядати параметри, що вимірюються, у електронному вигляді;
- оперативно отримувати висновки щодо якості виконаного ремонту або можливості подальшої експлуатації.

Удосконалення системи контролю технічного стану вагонів та підготовка кваліфікованих фахівців дозволить АТ «Укрзалізниця» вирішити значну кількість питань, пов'язаних зі своєчасним виявленням несправностей рухомого складу, їх усуненням, підвищенням якості ремонту і, за рахунок цього, збільшити міжремонтних пробіги та забезпечити безпеку руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Техническая диагностика вагонов [Текст] : учебник [под ред. В. Ф. Криворудченко]. – Москва : ФГОУ УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2013. – 315 с.
2. Автоматизовані діагностувальні комплекси для контролю геометричних параметрів колісних пар // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex>. – Дата доступу: 06.12.2019.
3. Бурченков, В. В. Техническая диагностика состояния подвижного состава и перспективы ее развития в Западной Европе и США / В. В. Бурченков, О. В. Холодилов // Вестник Белорусского государственного университета транспорта : Наука и транспорт, 2017. – № 1(34). – С. 5–9.
4. Система вібродіагностики буксових вузлів колісних пар вантажних і пасажирських вагонів // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://xn--d1apfn.xn--p1ai/doc/omsd-03_passazhirskih_gruzovih_kolesnih_par.pdf. – Дата доступу: 06.12.2019.
5. Автоматизований контроль // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ndt.com.ua/ru/products>. – Дата доступу: 12.11.2019.
6. AGG Anlagen und Gerätebau GmbH. Стенди для випробування візків // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.aggnet.de/index.php/drehgestellpruefstaende/stationaere-pruefstaende/?lang=ru>. – Дата доступу: 02.12.2019.
7. Проектно-конструкторське бюро вагонного господарства. Каталог обладнання // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pkbcv.ru/katalog-oborudovaniya/>. – Дата доступу: 12.11.2019.

ТОВ «Агроел». Вимірювальне обладнання. Продукція // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://xn--80agylj3f.xn--p1ai/product.html>.

ТОВ «Технозбут» // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://teplocontrol-c.ru/katalog/>.