УДК 629.4.086

Зуб Євген Петрович, аспірант

(аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство», Державний університет інфраструктури та технологій)

Сапронова Світлана Юрійвна, д.т.н., проф.

(професор кафедри «Вагони та вагонне господарство», Державний університет інфраструктури та технологій)

Ткаченко Віктор Петрович, д.т.н., проф.

(завідувач кафедри «Тяговий рухомий склад залізниць», Державний університет інфраструктури та технологій)

АНАЛІЗ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ЗНОСУ КОЛІСНИХ ПАР РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЦЬ

В статті проведений аналіз систем контролю технічного стану колісних пар як на залізницях України, так і в світі. Розкрито переваги та недоліки цих систем. Розглянуто принцип дії та складові систем, завдяки яким здійснюється фіксація та контроль параметрів зносу колісних пар. Стаціонарний пристрій для контролю технічного стану колісних пар рухомого складу залізниць, запропонований авторами, особливо актуальний при оперативному виявленні дефектів колісних пар, які є загрозою безпеки руху поїздів. Зроблено висновок про те, що на залізницях України не повною мірою впроваджено повноцінний автоматизований контроль технічного стану колісних пар.

Ключові слова: *рухомий склад залізниць, колісна пара, поверхня кочення, система моніторингу, контроль параметрів зносу.*

Вступ. Під час експлуатації рухомого складу виникає необхідність постійного контролю його технічного стану. Дефекти поверхонь кочення колісних пар викликають збільшення динамічних сил, що утворюються при взаємодії рухомого складу та колії. З одного боку, це призводить до прискорення зносу коліс і появи дефектів колісних пар, а з іншого – відповідний негативний вплив на верхню будову колії. Колісні пари вимагають постійного контролю, в тому числі і контролю під час руху. Своєчасне діагностування технічного стану колісних пар рухомого складу є необхідним заходом, виконання якого зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій на залізничному транспорті.

Основне призначення засобів контролю полягає в підвищенні безпеки руху поїздів завдяки своєчасному виявленню несправностей рухомого складу. Поїзди, в яких за допомогою засобів контролю виявлені несправні вагони, зупиняються на станції, перед якою розташовані ці засоби, для огляду, усунення несправностей чи відчеплення вагона.

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-33-1-10

Автоматизація систем моніторингу за станом коліс рухомого складу дозволяє більш якісно проводити діагностику їх дефектів, виявляти їх на початкових стадіях.

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. Проблематика застосування систем моніторингу дефектів колісних ходових частин рухомого складу, в тому числі колісних пар наведена в роботах [1, 8, 11].

Традиційно існуючі методи моніторингу та засоби автоматизованого аналізу стану поверхонь кочення колісних пар не завжди задовольняють сучасні потреби працівників вагонного господарства в автоматизації даного виду контролю, інтеграції його з автоматизованими системами обліку вагонів, зменшення впливу людського фактору на виявлення дефектів колісних пар.

В роботах [8, 11] проаналізовано причини виникнення дефектів колісних пар та методи визначення дефектів поверхонь кочення колісних пар. Проаналізовано системи автоматизованого контролю коліс рухомого складу, що використовуються на західноєвропейських та вітчизняних залізницях. В даній роботі запропоновано аналізувати стан колісних пар за допомогою звукових датчиків в поєднанні з вагоміром, що оснащений тензодатчиками.

Під час аналізу принципу роботи та дослідження системи «Комплекс» акцентовано увагу над перевагою даного пристрою, в якому здійснюється безконтактне вимірювання геометричних параметрів колісних пар рухомого складу [1]. Застосування системи дозволяє підвищити надійність експлуатації рухомого складу і максимально усунути ймовірність виникнення аварійних ситуацій на залізниці, викликаних дефектами колісних пар, але дана система не оптимізована до роботи на залізницях України та не інтегрована з вітчизняними системами обліку рухомого складу.

Мета і завдання дослідження. Досвід використання систем контролю колісних пар на залізницях України та СНД показує, що на даний час системи автоматизованого контролю колісних пар не задовольняють всі вимоги щодо об'єктивності даного виду контролю, тому необхідно виконати пошук найбільш ефективних методів даного аналізу, які використовуються як на залізницях СНД, так і на залізницях західної Європи.

Матеріали та методи дослідження. Основне призначення засобів контролю полягає в підвищенні безпеки руху поїздів завдяки своєчасному виявленню несправностей рухомого складу. Поїзди, в яких за допомогою засобів контролю виявлені несправні вагони, зупиняються на станції, перед якою розташовані ці засоби, для огляду, усунення несправностей чи відчеплення вагона.

З часів розвитку систем сигналізації, централізації і блокування (далі СЦБ) на залізничному транспорті першочерговим завданням було впровадження систем автоматичного контролю нагріву буксових вузлів рухомого складу. Наступні задачі виконують системи ПОНАБ, ДИСК-БКВ-Ц, КТСМ-01-Д та інші.

Розглянемо принцип роботи вищевказаних систем. Система «ДИСК-БКВ-Ц» — являється комплексною системою діагностики технічного стану ходових частин рухомого складу. Складається з підсистеми виявлення перегрітих букс, підсистеми виявлення нерівностей поверхні кочення коліс, підсистема виявлення деталей що волочуться, а також підсистеми централізованого отримання інформації [6].

Система «ДИСК-БКВ-Ц» має трьохрівневу структуру. На нижньому рівні де формується інформація про технічний стан рухомого складу, знаходяться перегонне обладнання. Елементами середнього рівня являються станційне обладнання лінійного пункту контролю і передаючий комплект підсистеми

«ДИСК-Ц». Постове обладнання розташовується на перегоні біля місця установки напільних датчиків. Станційне обладнання розташовується в пункті технічного обслуговування вагонів (далі ПТО) або приміщенні чергового по станції. Елементом верхнього рівня системи «ДИСК-БКВ-Ц» являється реєструюча апаратура підсистеми «ДИСК-Ц» на центральному пункті контролю, розташованому в ПТО, об'єднуюча інформацію з декількох лінійних пунктів контролю і з'єднана з передаючим комплектом лінією зв'язку. При виявленні апаратурою «ДИСК-К» дефекту колеса по колу кочення інформація про порядковий номер вагона і номер осів в вагоні, а також величина динамічного впливу колеса на рейку вказуються за допомогою реєструючого пристрою апаратури «ДИСК-Б».

До засобів автоматичного контролю технічного стану рухомого складу на шляху прямування поїзда відноситься апаратура виявлення перегрітих букс та система комплексного контролю КТСМ-01Д [5].

Принцип дії апаратури КТСМ-01Д заснований на сприйнятті чуттєвими елементами імпульсів інфрачервоного випромінювання від задніх по ходу руху поїзда стінок корпусів букс, і додатково від колеса з наступним перетворенням цих імпульсів в електричні сигнали, виділенні сигналів від перегрітих букс, реєстрації і передачі отриманої інформації. Принцип оцінки технічного стану коліс рухомого складу заснований на вимірюванні за допомогою п'єзоелектричних датчиків прискорень рейки при ударі по ньому колеса з дефектом по колу катання (повзун, навар, вищербини, нерівномірний прокат) і виділенні за визначеними критеріями сигналу інформації у випадках, коли динамічний вплив колеса на рейку перевищує задане граничне значення. Система виробляє сигнал наявності у вагоні деталі, що волочиться, при механічному зіткненні вузлів і деталей вагона, що виходять за межі нижнього обрису габариту рухомого складу, з елементами напільного електромеханічного датчика підсистеми.

Рис.1. Розміщення комплексного контролю КТСМ-01Д

Апаратура КТСМ-01Д включає перегінне і станційне устаткування, зв'язані між собою кабельною лінією зв'язку (рис. 1). Перегінне устаткування у свою чергу підрозділяється на напільне і постове, а станційне – на таке, що реєструє і сигналізує. Напільне устаткування встановлюється безпосередньо на колії і призначено для зчитування інформації з рухомого складу. Сигнали від напільного устаткування надходять по кабелю до постового устаткування. Після обробки

сигналів пристроями постового устаткування інформація про стан букс вагонів передається до станційного устаткування і реєструється цифродрукуючими пристроями. При цьому для апаратури КТСМ-01Д встановлюються:

- порядкові номери вагонів (починаючи з голови поїзда) з перегрітими буксами;
- сторона поїзду;
- загальна кількість вагонів у поїзді;
- загальна кількість вагонів з перегрітими буксами;
- справність.

Система КТСМ-01Д забезпечує додатково вказівку порядкового номера осі з перегрітою буксою у вагоні, ступені перегріву букси, часу контролю поїзда, його порядкового номера.

Аналізуючи вищевказані системи, що тривалий час використовуються на залізницях пострадянського простору, можна стверджувати, що параметри колісних пар, а саме параметри поверхонь кочення не досліджуються в повному обсязі. Принцип вимірювання за допомогою п'єзоелектричних датчиків прискорень тільки умовно надає сигнали про наявність певних дефектів, але не оцінює фактичний стан поверхні кочення колісної пари [5, 6, 12, 14, 15, 16]. Інше питання – швидкості, на яких проходять вимірювання, адже на міжстанційних перегонах швидкості руху зavelики для об'єктивних вимірювань технічного стану колісних пар [13].

Для підвищення безпеки руху поїздів, допомоги в огляді рухомого складу під час руху поїзда доцільно використовувати пристрої, що встановлюються на коліях залізничних станцій, в тому числі на коліях парків приймання поїздів, на станціях де присутні ПТО вагонів.

Одним з пристроїв, який задовольняє вище вказані вимоги є автоматизований діагностичний комплекс для контролю геометричних параметрів колісних пар вагонів «Комплекс» (рис. 2) [1]. Основі можливості пристрою – виявлення на ходу поїзда зносів суцільнокатаних коліс з подальшою передачею отриманої інформації на найближчий пункт технічного обслуговування.

Рис.2. Рейкове обладнання системи «Комплекс»

Принцип дії системи заснований на лазерному безконтактному контролі геометрії рухомих тривимірних об'єктів за допомогою триангуляційних датчиків положення. Основною перевагою даного пристрою є безконтактне вимірювання геометричних параметрів колісних пар рухомого складу на ходу поїзда при швидкостях до 60 км/год в різних кліматичних умовах. Застосування системи дозволяє підвищити надійність експлуатації рухомого складу і максимально усунути ймовірність виникнення аварійних ситуацій на залізниці, викликаних дефектами колісних пар.

До параметрів, які підлягають контролю даним пристроєм належать:

- відстань між внутрішніми гранями коліс;
- товщина та ширина обода;
- сума товщин гребенів;
- рівномірний прокат;
- діаметр колеса;
- дефекти поверхонь кочення;
- зсув букси.

Одним із сучасних варіантів зарубіжного обладнання в області пристроїв контролю колісних пар є система ARGUS II, що розроблена німецькою компанією Hegenscheidt-MFD. Вона здійснює вимірювання та контроль коліс рухомого складу під час руху [7].

Система ARGUS (рис. 3) складається із базового блоку (комп'ютера управління та контролю) і ряду модулів:

- ідентифікації поїзда;
- виявлення повзунів;
- вимірювання діаметра і відстані між внутрішніми гранями коліс;
- обміру профілю;
- ультразвукової дефектоскопії.

Рис.3. Робота лазерних датчиків контролю системи «ARGUS II»

Вимірювальна установка, створена на базі системи ARGUS II, монтується у відкритому просторі і може експлуатуватись при температурах, характерних для Центральної Європи. Датчики системи закриті захисними корпусами, в які під тиском подається гаряче повітря. Установка відповідає самим жорстким вимогам по відношенню до достовірності отриманої інформації від процесу діагностування. З певним інтервалом часу проводять калібрування вимірювальних пристроїв. Достовірність результатів вимірювань перевіряється за допомогою ймовірнісних методів розрахунку.

Однією з сучасних тенденцій організації систем моніторингу колісних пар є інтегрування в рамках єдиного комплексу функцій декількох модулів, які забезпечують отримання повної інформації про параметри колісної пари. Прикладом може служити комплексна система «WISE» (компанія «ІЕМ», США), яка показана на рис. 4 [8].

Рис.4. Комплексна система контролю колісних пар «WISE»:

- 1 – модуль вимірювання прокату і овальності; 2 – модуль визначення дефектів колеса;
3 – модуль WISE для вимірювання профілю і діаметра колеса; 4 – датчик положення складу;
5 – датчик наявності сторонніх предметів; 6 – модуль автоматичної ідентифікації рухомого складу;
7 – канал для прокладки кабелів і волоконно-оптичних світловодів;
8 – приміщення (бокс) для установки контрольно-вимірювальної апаратури

Крім пристроїв вимірювання профілю і діаметра колеса, система «WISE» також включає модулі визначення дефектів колеса і вимірювання прокату і овальності. Принцип дії модуля визначення дефектів заснований на використанні електромагнітних ультразвукових датчиків. Перший датчик генерує хвилю, що поширюється в поверхневому шарі колеса і оббігає його по колу, при цьому параметри хвилі вибираються з урахуванням глибини її проникнення в колесо і чутливості до дефектів. Відбитий від дефекту сигнал приймається другим датчиком. Весь комплекс вимірювань проводиться при швидкості рухомого складу 8 км/год.

Для контролю поверхні кочення колісних пар в русі на зарубіжних залізницях набув поширення метод діагностики, оснований на вимірюванні показників динаміки взаємодії коліс і рейок і порівнянні їх з критичними значеннями (детектори WCM, Dafur, Scaix Wild, Wild (США), ДДК) [4, 3].

В якості первинних перетворювачів в таких системах контролю використовуються тензодатчики, вібраційні датчики, силовимірювальні датчики та їх комбінації. До недоліків використання силовимірювальних датчиків відносять необхідність зміни конструкції колії, так як їх вихідні сигнали суттєво залежать від зовнішніх умов і стану колії. Силовимірювальні датчики не дозволяють достовірно реєструвати швидкоплинні процеси для виявлення коротких нерівностей (повзуни, навари, вищербини). Вібраційні датчики мають високу чутливість до коливань, викликані ударним впливом коліс з дефектами поверхні кочення, але не дозволяють реєструвати вертикальні та бічні сили і мають низький захист до шумів, що виникає при проковзуванні колісної пари по рейці [2, 15,16].

Авторами статті розроблено стаціонарний пристрій для контролю технічного стану колісних пар рухомого складу залізниць [10]. В основу розробки поставлена задача автоматичного контролю технічного стану колісних пар рухомого складу під час руху із стаціонарної установки, що встановлена на рейковому полотні та під'єднана до автоматизованих систем обліку рухомого складу (рис. 5). Даний вид автоматичного контролю особливо актуальний при оперативному виявленні дефектів колісних пар, що загрожують безпеці руху поїздів.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій містить лазерні сканери та відеокамери із освітленням зони дослідження. Вся інформація з фіксуючих пристроїв комутується в блок управління і контролю, після чого подається на

комутуючий пристрій, а потім на комп'ютер оператора ПТО та автоматично передається в базу даних.

Рис.5. Пристрій для контролю технічного стану колісних пар рухомого складу залізниць:

1 – блоки контролю зовнішній; 2 – блоки контролю внутрішній

Основними перевагами розробки є:

- можливість використання пристрою на коліях приймання рухомого складу до огляду, що допоможе унеможливити людський фактор при огляді колісних пар вагонів та підвищити безпеку руху поїздів;
- можливість аналізу геометричних параметрів колісних пар під час руху поїзда із автоматичною фіксацією даних та передачею на автоматизовані робочі місця як працівників ПТО, так і всім користувачам автоматизованих робочих місць, що матимуть доступ до даних;
- можливість архівації та зберігання даних параметрів для подальшого використання при розслідуванні транспортних подій, що сталися з рухомим складом.

Висновки. Аналізуючи існуючі системи контролю технічного стану колісних пар, на залізницях України не повною мірою впроваджено повноцінний автоматизований контроль технічного стану колісних пар, адже наявні системи контролю більш орієнтовані на технічний стан буксових вузлів, але не в змозі аналізувати геометричні розміри поверхонь кочення коліс.

Більшість існуючих методів діагностики поверхні кочення коліс вимагають зниження швидкості руху, а також мають складне технічне виконання. Питання вибору методу діагностування, застосування в перспективі на залізницях України існуючого зарубіжного обладнання, вирішило би питання унеможливлення людського фактору при огляді колісних пар вагонів, підвищило безпеку руху поїздів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизированный диагностический комплекс для контроля геометрических параметров колесных пар вагонов «Комплекс». URL: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex>. (Дата звернення 01.02.2019).
2. Степанова Л.Н., Бехер С.А., Кочетков А.С. Использование тензометрии для контроля колес грузового вагона в движении. *Контроль. Диагностика*. 2008. №8. С.19–23.
3. Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Ивлиев В.В., Кабанов С.И., Бехер С.А. Акустико-эмиссионный контроль железнодорожных конструкций. *Наука*. Новосибирск, 2011. С. 23-29.
4. Степанова Л.Н., Кабанов С.И., Бехер С.А., Коломеец А.О. Тензометрическая система для обнаружения дефектов поверхности катания колес грузовых вагонов. *Датчики и системы*. 2013. №10. С. 38–44.
5. Степанова Л.Н., Коломеец А.О. Использование быстродействующей тензометрии для контроля поверхности катания колес грузовых вагонов. *Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты: материалы VIII Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, июль 2013*, 2013. С. 25–26.
6. Бехер С.А., Коломеец А.О., Степанова Л.Н., Кочетков А.С. Разработка комплекса информативных параметров тензометрических сигналов при контроле колес в движении. *Планово-предупредительный вид ремонта тягового подвижного состава с учетом его технического состояния: коллективная монография по материалам международной научно-практической конференции «Эксплуатационная надежность подвижного состава»*, Омск, 18 октября 2013 г. Омск, 2013. С. 215–221.
7. Radsatzdiagnose-System ARGUS II. URL: <https://www.hegenscheidtmfd.com/railway/radsatzdiagnose-system-argus-ii/> (Last accessed: 11.03.2019).
8. Буряк С.Ю. Диагностирование состояния поверхности катания колеса подвижного состава железных. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2013. №. 1. 22-29.
9. Диагностика технического состояния вагонов. Железнодорожные вагоны. Введение в дисциплину [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vagoni-jd.ru/razdel_12.6%20diagnostika.php. (Дата звернення 01.02.2019).
10. Заявка и 2014 06343 Україна, МПК (2019.04) B01J 13/00. Стационарный пристрій для контролю технічного стану колісних пар рухомого складу залізниць / Сапронова С.Ю., Зуб Є.П., Ткаченко В.П.; (Україна); заявник та патентовласник Держ. ун-т інфраструкт. та технологій. № и 2014 06343; заявл. 10.04.19.
11. Сапронова С.Ю., Ткаченко В.П., Велігура А.В. Розробка програмно-технічних засобів моніторингу зносу бандажів локомотивів. *Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля*. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. №2 (132). С. 365 – 362.
12. Бехер С.А., Коломеец А.О., Степанова Л.Н., Кочетков А.С. Исследования динамических сил в системе колесо – рельс в процессе движения грузового вагона. *Контроль. Диагностика*. 2016. №7. 68–72.
13. Бехер С.А., Коломеец А.О. Экспериментальная методика измерения динамических сил, действующих на рельсы подкранового пути в реальных условиях эксплуатации. *Известия вузов. Строительство*. 2016. № 3. С. 110–118.
14. Бехер С.А., Коломеец А.О. Повышение достоверности контроля колес грузовых вагонов в Дефектоскопия. 2015. № 3. С. 61–68.
15. Система передачи данных на базе концентраторов КИ-6М. Автоматизированное рабочее место администратора СПД. Программное обеспечение ПО АРМ Администратор СПД. Руководство пользователя. НПЦ «ИНФОТЕКС». Екатеринбург, 2005. 42с.
16. Миронов А.А., Образцов В.Л., Соболев В.Я. Анализ опыта эксплуатации технических средств контроля подвижного состава. *Автоматика, связь, информатика*. 2005. № 3. С. 28-30.

REFERENCES

1. Avtomatyzirovannyi dyagnosticheskiy kompleks dlia kontrolya heometrycheskikh parametrov kolesnykh par vagonov «Kompleks» [Automated diagnostic complex for controlling the geometric parameters of the wheel pairs of cars "Complex"] URL: <http://www.labracon.ru/ru/products/complex>. (Data zvernennia 01.02.2019) [in Russian].
2. Stepanova, L.N., Bekher, S.A. & Kochetkov, A.S. (2008). Yspolzovanye tenzometryy dlia kontrolya koles hruzovoho vagona v dvizhenii [Using tenzometryy to control the freight wagon wheels in motion]. *Kontrol. Dyagnostyka*, №8, 19-23 [in Russian].
3. Sereznov, A.N., Stepanova, L.N., Yvlyev, V.V., Kabanov, S.Y., Bekher, S.A., Vlasov, K.V., Bobrov, A.L. & Kareev A.E. et al. (2011). Akustyko-emyssionnyi kontrol zheleznodorozhnykh konstruktysy [Acoustic emission control of railway structures]. *Nauka*. 5, 43-45 [in Russian].
4. Kabanov S.Y., Bekher S.A. & Kolomeets A.O. (2013). Tenzometrycheskaia sistema dlia obnaruzheniya defektov poverkhnosti kataniya koles hruzovykh vagonov [Tensometric system for detecting defects in the rolling surface of freight wagon wheels]. *Datchyky i systemy*, 10, 38-44 [in Russian].
5. Stepanova, L.N. & Kolomeets, A.O. (2013). Ispol'zovaniye bystrodeystvuyushchey tenzometrii dlia kontrolya poverkhnosti kataniya koles hruzovykh vagonov [The use of high-speed strain gauges to control the rolling surface of the wheels of freight cars]. *Podvizhnoy sostav XXI veka: idei, trebovaniya, proyekty: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Sankt-Peterburg, iyul' 2013*, 25-26 [in Russian].
6. Becher, S.A., Kolomeets, A.O., Stepanova, L.N. & Kochetkov, A.S. Razrabotka kompleksa informativnykh parametrov tenzometrycheskikh signalov pri kontrole koles v dvizhenii [Development of a complex of informative parameters of tensometric signals when monitoring wheels in motion. *Planned preventive maintenance of rolling stock, taking into account its technical condition: a collective monograph on the materials of the international scientific-practical conference "Operational reliability of rolling stock", Omsk, October 18, 2013 Omsk*, 215-221 [in Russian].
7. Radsatzdiagnose-System ARGUS II.
URL: <https://www.hegenschmidtmd.com/railway/radsatzdiagnose-system-argus-ii/>. (Last accessed: 11.03.2019).
8. Buriak, S.Yu. (2013). Dyagnostyrovanye sostoiannya poverkhnosti kataniya kolesa podvizhnogo sostava zheleznykh. Nauka ta prohres transportu [Diagnosing the condition of the rolling surface of the rolling stock iron wheels]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana*, 1, 22-29 [in Russian].
9. Dyagnostyka tekhnicheskoho sostoiannya vagonov. Zheleznodorozhnye vahony. Vvedeniye v dystsyplynu [Diagnostics of the technical condition of cars. Railway wagons. Introduction to the discipline] [Elektronnyi resurs]. – URL: http://www.vagoni-jd.ru/razdel_12.6%20diagnostika.php. (Last accessed: 01.02.2019) [in Russian].
10. Zaiavka u 2014 06343 Ukraina, MPK (2019.04) B01J 13/00 (2019). Statsionarnyi prystrii dlia kontroliu tekhnicheskoho stanu kolisnykh par rukhomoho skladu zaliznyts [Stationary device for controlling the technical condition of wheel pairs of rolling stock of railways] / Sapronova S.Yu., Zub Ye.P., Tkachenko V.P.; (Ukraina); zaiavnyk ta patentovlasnyk Derzh. un-t infrastrukt. ta tekhnolohii. № u 2014 06343; zaiavl. 10.04.94 [in Ukrainian].
11. Sapronova, S.Yu., Tkachenko, V.P. & Velihura, A.V. (2009). Rozrobka prohramno-tekhnichnykh zasobiv monitorynhu zнову bandazhiv lokomotyviv [Development of software and hardware for monitoring the wear of bandages for locomotives]. *Visnyk Shkhidnoukrayins'koho nats. un-tu im. V. Dalya*, 2 (132), 365-362 [in Ukrainian].
12. Becher, S.A., Kolomeets, A.O., Stepanova, L.N. & Kochetkov, A.S. (2016). Issledovaniya dinamicheskikh sil v sisteme koleso – rel's v protsesse dvizheniya hruzovogo vagona [Studies of dynamic forces in the wheel-rail system in the process of moving a freight car]. *Kontrol'. Diagnostika*, №7, 68-72. [in Russian].
13. Becher, SA & Kolomeets, A.O. (2016). Eksperimental'naya metodika izmereniya dinamicheskikh sil, deystvuyushchikh na rel'sy podkranovogo puti v real'nykh usloviyakh ekspluatatsii [Experimental method for measuring the dynamic forces acting on the rails of the crane runway under actual operating conditions]. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo*, 3, 110-118 [in Russian].
14. Becher, S.A. & Kolomeets, A.O. (2015). Povysheniye dostovernosti kontrolya koles hruzovykh vagonov [Improving the reliability of control of the wheels of freight cars]. *Defektoskopiya*, 3, 61-68 [in Russian].

15. Sistema peredachi dannykh na baze kontsentratorov KI-6M. Avtomatizirovannoye rabocheye mesto administrator SPD. Programmnoye obespecheniye PO ARM Administrator SPD. Rukovodstvo pol'zatelya [Data transmission system based on KI-6M hubs. Workstation administrator SPD. Software software AWS Administrator SPD. User's manual]. Yekaterinburg: SPC "InfoTeKS", 2005, 42 p. [in Russian].

16. Миронов, А.А., Образцов, В.Л. & Соболев, В.Я. (2005). Analiz opyta ekspluatatsii tekhnicheskikh sredstv kontrolya podvizhnogo sostava [Analysis of operating experience of technical means of rolling stock control]. *Avtomatika, svyaz', informatika*, 3. 28-30 [in Russian].

Зуб Евгений Петрович, аспирант

(Аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Государственный университет инфраструктуры и технологий)

Сапронова Светлана Юрьевна, д.т.н., проф.

(Профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Государственный университет инфраструктуры и технологий)

Ткаченко Виктор Петрович, д.т.н., проф.

(Заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав железных дорог», Государственный университет инфраструктуры и технологий)

АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ИЗНОСА КОЛЕСНЫХ ПАР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В статье проведен анализ систем контроля технического состояния колесных пар как на железных дорогах Украины, так и в мире. Раскрыты преимущества и недостатки этих систем. Рассмотрены принцип действия и составляющие систем, благодаря которым осуществляется фиксация и контроль параметров износа колесных пар. Стационарное устройство для контроля технического состояния колесных пар подвижного состава железных дорог, предложенное авторами, особенно актуально при оперативном выявлении дефектов колесных пар, которые являются угрозой для безопасности движения поездов. Сделаны выводы о том, что на железных дорогах Украины не в полной мере внедрен полноценный автоматизированный контроль технического состояния колесных пар.

Ключевые слова: подвижной состав железных дорог, колесная пара, поверхность качения, вагон, локомотив.

Yevhen P. Zub,

(Postgraduate Student of Department «Railway carriage and Railway carriage facilities», State University of Infrastructure and Technologies)

Svitlana Yu. Sapronova, Doctor of Technical Science, Professor

(Professor of Department «Railway carriage and Railway carriage facilities», State University of Infrastructure and Technologies)

Viktor P. Tkachenko, Doctor of Technical Science, Professor

(Head of Department «Traction rolling stock of the railway», State University of Infrastructure and Technologies)

ANALYSIS OF MONITORING PARAMETERS OF WEAR OF ROLLING STOCK WHEEL PAIRS

The article analyzes the systems of control of the technical condition of wheel pairs both on the railways of Ukraine and in the world. The advantages and disadvantages of

these systems, especially their use and operation are revealed. The principle of operation and components of systems, through which the fixation and control of parameters of wear of wheel pairs is carried out, is considered. After analyzing the existing systems of checking the technical condition of wheel pairs, the experience of their use, the advantages and disadvantages of different systems and devices, the authors have proposed a stationary device for controlling the technical condition of the wheel pairs of rolling stock of railways, based on the automatic control of the technical condition of the wheel pairs of the rolling stock when moving from stationary installation installed on a rail track and connected to automated rolling stock systems. Taking into account the analysis of the investigated material, conclusions were made on the feasibility of introducing a fully-fledged automated control of the technical condition of the wheel pairs, the prospects of using these systems on the railways of Ukraine.

Keywords: rolling stock of railways, wheel pair, rolling surface, monitoring system, control of wear parameters.