

УДК 001.891.5

Д.В. Федосов-Ніконов

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-13-84, E-mail: dima.nikonov@outlook.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0781-8182>

А.М. Стринжа

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-13-84, E-mail: lab4.3ukrniiv@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3743-7006>

В.В. Федоров

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-13-84, E-mail: f.vladimir.ua@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0963-7265>

В.О. Шушмарченко

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», вул. І. Приходько 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-13-84, E-mail: vasylkremen77@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7580-8501>

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Стаття присвячена удосконаленню методики обстеження технічного стану залізничних вагонів із вичерпаним строком експлуатації. Основним завданням обстеження залізничних вагонів є оцінка експлуатаційної придатності визначення технічного стану вагонів, що експлуатуються, та строку їх безпечної експлуатації. Підсумком робіт з обстеження є технічне рішення щодо можливості продовження строку експлуатації, в якому зазначено вид призначеного ремонту та виявлені пошкодження елементів вагонів. Процедура виявлення несправностей елементів вагонів включає неруйнівні методи контролю, такі як візуально-оптичний, капілярний, ультразвуковий та магнітопорошковий методи. Однак, процедура виявлення несправностей елементів вагонів повинна враховувати результати попереднього аналізу даних багаторічних досліджень у галузі технічної оцінки стану вагонів з вичерпаним строком експлуатації. Використовуючи ці дані досліджень, з великою ймовірністю можливо визначити місця характерних несправностей, власних даному типу вагонів, з урахуванням умов їх експлуатації та впливу вантажів, що перевозяться, на інтенсивність корозійних процесів елементів конструкції вагонів.

© Федосов-Ніконов Д.В., Стринжа А.М., Федоров В.В., Шушмарченко В.О., 2023

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Під час технічного обстеження вагонів необхідно приділяти підвищену увагу елементам конструкції, що найбільш схильні до впливу механічних і температурних навантажень, враховувати корозійні фактори, такі як скупчення вологи і залишків вантажів, що викликають корозію.

Ключові слова: вантажні вагони, неруйнівні методи контролю, корозія, строк служби.

Вступ та постановка проблеми. Значну частину перевезення вантажів забезпечує залізничний транспорт [1–5]. На цей час накопичилося багато проблем у галузі вантажних перевезень, що ставлять цю галузь перед реальною загрозою повного знищення. На початок 2023 р. в порівнянні з 2015 р. відбулося зменшення середнього зносу вагонів приблизно на 15 % в основному за рахунок оновлення парку приватними власниками. При цьому більше половини вагонів від загального робочого парку складають вагони з вичерпаним строком служби. Оновлення парку вагонів відбувається повільно, головним чином за рахунок нарощення парку нових вагонів приватними компаніями. Для забезпечення стабільності вантажних перевезень необхідно підтримувати вагони з вичерпаним строком служби у робочому стані. Тому, технічне обстеження вагонів з метою продовження їх строку служби залишається актуальним питанням. Обстеження великої кількості вагонів з вичерпаним строком служби потребує більш ретельного їх огляду з метою виявлення несправностей та удосконалення процедури виконання робіт.

Аналіз останніх досліджень.

Методики діагностування технічного стану вагонів розроблені в кінці дев'яностих років та оновлюються кожні 3-5 років. [6-8]. З того часу проводяться роботи з визначення залишкового ресурсу вагонів. За цей час накопичений багатий досвід у обстеженні вагонів, отриманий величезний обсяг даних про стан елементів вагонів в залежності від умов їх експлуатації та номенклатури вантажів, що перевозяться. Проблемні питання діагностування технічного стану вагонів розглядалися в роботах Мямліна С.В., Мурадяна Л.А., Шапошника В.Ю. В звітах Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування» (ДП «УкрНДІВ») «Науково-дослідні роботи. Технічне діагностування вантажних вагонів, які вислужили призначений строк служби, з метою визначення їх технічного стану і можливості подальшої експлуатації» виконаний аналіз технічного стану різних типів та моделей вагонів більш ніж за двадцять п'ять років.

В цій роботі пропонується розглянути питання щодо удосконалення проведення робіт з технічного діагностування, використовуючи накопичений досвід та аналіз результатів робіт з технічного діагностування вантажних вагонів.

Мета роботи – визначити шляхи удосконалення процесу виконання робіт з технічного діагностування вантажних вагонів за рахунок проведення аналізу пошкоджень елементів конструкцій різних моделей вагонів за останні роки. Для підвищення ефективності та якості виконання робіт з технічного діагностування вагонів визначити проблемні зони та найбільш пошкоджені елементи вагонів на підставі багаторічних досліджень.

Матеріал та результати досліджень.

Парк вантажних вагонів України у 2022 році налічував 201429 одиниць, АТ «Укрзалізниця» 104,608 одиниць (52,1 %) та приватних компаній – 96821 одиниць (47,9 %). Середній знос парку вагонів в Україні в 2022 році становив 75,9 %. Кількість одиниць вагонів у загальному парку з вичерпаним строком служби стано-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

виль 116017 (57,6 %), з них у власності АТ «Укрзалізниця» – 82121 (70,8 %), у приватній власності – 33896 (29,2 %) (рис. 1).

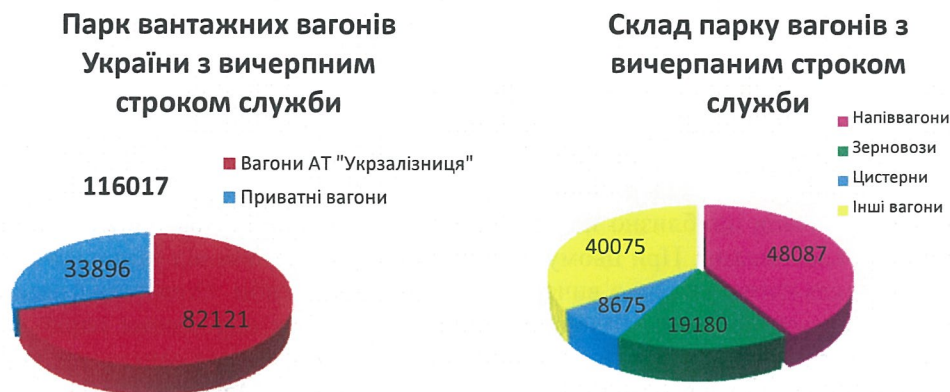


Рис. 1. Парк вантажних вагонів України та його склад [1]

Найбільшу частку від загальної чисельності парку вагонів України складають напіввагони – 48087 одиниць (41,4 %), на другому місці вагони-хопери для перевезення зерна – 19180 одиниць (16,5 %), на третьому вагони-цистерни – 8675 одиниць (7,5 %), інші типи вагонів – 40075 одиниць (34,5 %).

За результатами аналізу статистичних даних видно, що загальний парк вагонів у 2022 році нараховує більше половини (57,6 %) вагонів з вичерпаним строком служби. Такі вагони обов'язково підлягають проходженню технічному діагностуванню з метою продовження їх строку експлуатації. Для забезпечення якісного виконання робіт з технічного діагностування вагонів необхідно використовувати як накопичений досвід, так і сучасні методи.

Для оцінки технічного стану та визначення залишкового ресурсу конструкції вагона найчастіше використовуються виміряні величини пошкоджень: глибин корозії, величин механічного зносу, залишкова пластична деформація, дані про зміну фізико-хімічних характеристик матеріалів, а також число циклів навантаження вагона.

Обстеження технічного стану металоконструкцій дослідного вагона проводять в кілька етапів:

- ідентифікація моделі вагона та року його побудови;
- обстеження технічного стану металоконструкцій вагона візуально-оптичним методом з метою визначення місць механічних пошкоджень і деформацій, їх характеру та вимірювання геометричних параметрів;
- виявлення дефектів в елементах металоконструкцій вагона, які неможливо виявити візуально-оптичним методом, іншими методами неруйнівного контролю;
- визначення ступеня корозійного пошкодження основних несних елементів металоконструкцій вагона;
- проведення фото/відео фіксації процесу діагностування вагона.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Найбільша кількість дефектів виявляється при обстеженні технічного стану металоконструкції вагона візуально-оптичним методом та за допомогою приладів ультразвукового контролю ступеню корозійного пошкодження основних несних елементів металоконструкцій вагона. За допомогою цих методів було виявлено більше 90 % пошкоджень вагонів.

Розглянемо пошкодження, які найчастіше зустрічаються у найбільших за кількістю типів та моделей вагонів (рис 1) та є найбільш небезпечними згідно вимог безпеки руху під час перевезення вантажів залізничним транспортом.

Пошкодження несних елементів конструкції напіввагонів (рис 2) та їх несвоєчасне виявлення можуть привести до руйнування конструкції та аварії. До таких пошкоджень відносяться:

- злам та деформація елементів хребтової, шворневої та проміжних балок;
- наскрізна корозія елементів хребтової, шворневої та проміжних балок та ремонтні накладки на них;
- тріщини елементів хребтової, шворневої та проміжних балок
- тріщини та розриви зварних з'єднань елементів конструкції вагонів.

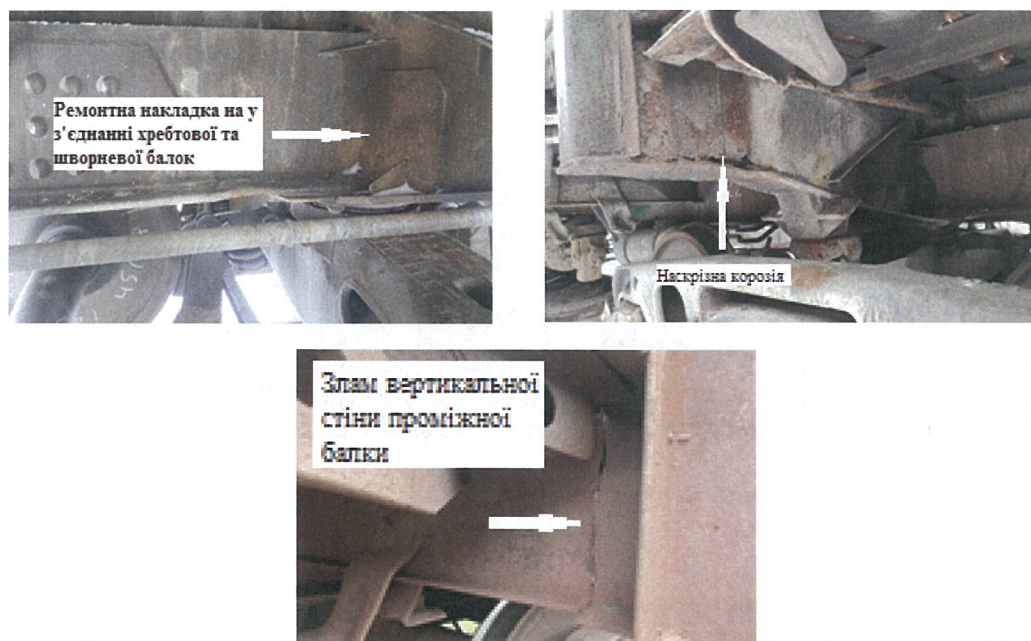


Рис. 2. Характерні пошкодження напіввагонів

Не несні елементи напіввагонів у процесі експлуатації отримують різноманітні деформації при завантаженні та розвантаженні. Пошкодження отримують верхня обв'язка, стійки шворневі та проміжні, поперечні та повздовжні балки торцевої стіни, люки (рис. 3).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 3. Пошкодження не несних елементів на піввагонів

Вагони для перевезення зерна також мають пошкодження конструкції характерні для напіввагонів та перелічені вище, однак в багаторазово меншому ступеню. Конструкція вагонів для перевезення зерна зазнає значних навантажень та в значній мірі підтверджена корозійної деградації елементів. Навантаження елементів торцевої стіни під час експлуатації та маневрових робіт (підпорів, розкосів, шворневих стійок, проміжних стійок торцевої стіни і т.д.) приводять до появи тріщин, остаточних деформацій та розривів (рис. 4).



Рис. 4. Деформації та тріщини елементів конструкції зерновозів

Тому при огляді конструкцій вагонів для перевезення зерна слід приділяти ретельну увагу не тільки несним елементам конструкції, а також елементам торцевої стіни.

На прикладі вагонів для перевезення зерна можна зробити висновок, що кожен тип вагонів, крім загальних для всіх вагонів несправностей конструкції, має і свої характерні пошкодження, які присутні у більшості моделей даного типу вагонів. Такі пошкодження характеризуються умовами експлуатації, особливостями конструкції вагона та номенклатурою вантажу, що перевозиться даним типом вагона.

Вагони-цистерни є третіми за кількістю у вантажному парку України. Вони мають також, крім загальних для всіх вагонів несправностей несних елементів і свої, характерні для вагонів-цистерн пошкодження (рис 5).

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

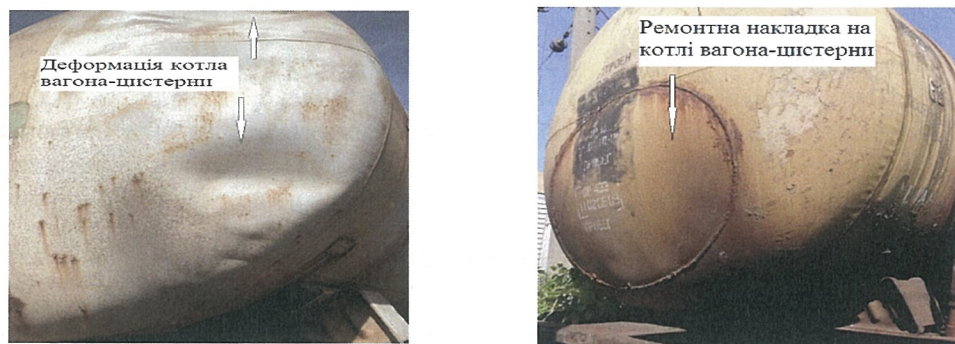


Рис. 5. Деформації та ремонтна накладка на котлі вагона-цистерни

Такі пошкодження виникають при експлуатації котлів вагонів-цистерн. Багато вагонів-цистерн перевозять небезпечні вантажі (для перевезення скрапленого газу, кислот, нафтопродуктів). Тому, під час технічного обстеження вагонів-цистерн треба враховувати і рід вантажу, що перевозиться. Наприклад, постановка ремонтних накладок на котлі вагонів-цистерн для перевезення небезпечних вантажів допускаються, згідно вимог нормативної документації та з подальшим проведенням гідравлічних випробувань котла.

Після проведення технічного діагностування та виконаних ремонтних робіт відповідно СТП 04-032:2020 Вагони вантажні Настанова з деповського ремонту [9] вагони повинні відповідати вимогам ДСТУ 7598:2014 Вагоні вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних) [10], ДСТУ 33211:2017 Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей [11].

Висновки.

1. Проведений аналіз характерних пошкоджень для найбільш чисельних типів вантажних вагонів парку України.

2. Середній знос вантажних вагонів в Україні в 2022 році становив 75,9 %. Вагони з вичерпанним строком служби складають 57,6 % від загального робочого парку вантажних вагонів. Тому, роботи з технічного діагностування вантажних вагонів з метою продовження строку їх експлуатації мають бути продовжені. Зокрема, актуальним є удосконалення процедури технічного діагностування вантажних вагонів на підставі вже накопиченого досвіду досліджень за цим напрямком.

3. Запропоновано наступні шляхи удосконалення процедури технічного діагностування вантажних вагонів:

- перед початком робіт з технічного діагностування необхідно проводити аналіз пошкоджень, характерних для досліджуваного типу вагонів;

- необхідно визначити місця найбільш ймовірного розташування пошкоджень та привести ці місця до стану, за якого можливе проведення досліджень методами неруйнівного контролю та недопущення пропуску дефектів;

- після проведення робіт з технічного діагностування необхідно провести аналіз виявлених корозійних пошкоджень елементів вагонів та їх несправностей.

4. Визначені найбільш характерні пошкодження механічного та корозійного характерів залежно від типу досліджуваних вантажних вагонів на підставі багаторічного досвіду проведення технічного діагностування.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Рекомендації.

З метою покращення якості проведення комплексу заходів з технічного діагностування для продовження строку служби вантажних вагонів пропонується застосовувати високоякісне обладнання та передові сучасні засоби та матеріали під час проведення цих робіт методами неруйнівного контролю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сулим А.О., Сафронов О.М., Федосов-Ніконов Д.В., Стринжа А.М.: Сучасний стан та перспективи розвитку парку вантажних вагонів в Україні: оновлення або продовження призначеного строку служби? Залізничний транспорт України. 2021. № 4. с. 4–20. DOI: <https://doi.org/10.34029/2311-4061-2021-141-4-04-20>
2. Гахович Н.Г. Розвиток вітчизняного вагонобудування та його перспективи. Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/12/51.pdf>.
3. Герасимчук В.Г., Липисієнко А.П. Тенденції розвитку машинобудівного комплексу України. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Міжнародні економічні відносини та світове господарство». Ужгород, 2018. Вип. 19, частина 1. с. 75–79.
4. Донченко А.В., Гладких І.В. Сучасна ситуація у залізничній галузі України та залізнична промисловість світу. Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад». Кременчук: Вид-во ДП «УкрНДІВ», 2012. Вип. 6. с. 8–10.
5. Мурадян Л.А., Мямлін С.В., Шапошник В.Ю. Определение стратегии технического обслуживания и ремонта вагонной техники. Транспортная инфраструктура Сибирского района. Материалы седьмой Всероссийской научно-технической конференции. Иркутск, 2016. С. 369–373.
6. «Напіввагони» Програма та методика технічного діагностування (обстеження технічного стану і контрольних випробування) ПМ 08.169-2014. Кременчук, ДП «УкрНДІВ», 2014. 33 с.
7. «Вагони – хопери криті для зерна» ПМ 01.165-2014. Програма та методика технічного діагностування (обстеження технічного стану та контрольних випробувань) Кременчук, ДП «УкрНДІВ», 2014. 43 с.
8. Вагони – цистерни ПМ 01.164-2014. Програма та методика технічного діагностування (обстеження технічного стану та контрольних випробувань) Кременчук, ДП «УкрНДІВ», 2014. 37 с.
9. СТП 04-032:2020 Вагони вантажні Настанова з деповського ремонту. Київ, ДП «УкрНДІВ» 2020. 58 с.
10. ДСТУ 7598:2014 Вагоні вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, ДП «УкрНДІВ» 2014. 157 с.
11. ДСТУ 33211:2017 Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей. Київ, ДП «УкрНДІВ» 2017. 54 с.

D.V. Fedosov-Nikonov

State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»
33 I. Prykhodka St., Kremenchuk, 39621, Ukraine
Tel: (05366) 6-13-84, E-mail: dima.nikonov@outlook.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0781-8182>

A.M. Strynzh

State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»
33 I. Prykhodka St., Kremenchuk, 39621, Ukraine
Tel.: (05366) 6-13-84, E-mail: lab4.3ukrniiv@gmail.com
ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3743-7006>

V.V. Fedorov

State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»
33 I. Prykhodka St., Kremenchuk, 39621, Ukraine
Tel: (05366) 6-13-84, E-mail: f.vladimir.ua@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0963-7265>

V.O. Shushmarchenko

State Enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Research Institute»

33 I. Prykhodka St., Kremenchuk, 39621, Ukraine

Tel: (05366) 6-13-84, E-mail: vasylkremen77@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7580-8501>

IMPROVEMENT OF THE PROCEDURE FOR CARRYING OUT TECHNICAL DIAGNOSTICS OF FREIGHT WAGONS

The article deals with the improvement of the procedure for inspection of the technical condition of railway cars with an expired service lifetime. The main task of inspection of railway cars is the assessment of service capacity, diagnostics of the technical condition of the cars in operation, and the term of their safe operation. The result of the inspection work is a technical decision regarding the extension of the service life, which indicates the type of repair intended and the detected damage to the elements of the wagons. The procedure for detecting malfunctions of railcar elements includes non-destructive testing methods, such as visual-optical, capillary, ultrasonic, and magnetic powder methods. However, the procedure for detecting malfunctions of wagon elements must take into account the results of a preliminary analysis of data obtained within many years of research in the field of technical assessment of the condition of railway cars that served out the designated service lifetime. Using research data, it is possible to determine with high probability the locations of characteristic malfunctions characteristic of this type of wagons, taking into account the conditions of their operation and the influence of transported goods on the intensity of corrosion processes of car structural elements.

While inspecting the wagons, it is necessary to pay increased attention to the structural elements that are most susceptible to the influence of mechanical and temperature loads, to take into account corrosive factors, such as the moisture accumulation and residual cargo that cause corrosion.

Keywords: freight cars, non-destructive test methods, corrosion, service lifetime.

REFERENCES

1. Sulym, A.O., Safronov, O.M., Fedosov-Nikonov, D.V., Strynzha, A.M. (2021). Suchasnyi stan taperspektyvy rozvytku parku vantazhnykh vahoniv v Ukraini: onovlennia abo prodovzhennia pryznachenohostroku sluzhby? [The current state and prospects for the development of freight cars fleet in Ukraine: renovation or extension of the appointed service lifetime?]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy-Railway transport of Ukraine*, 4, 4–20. DOI: <https://doi.org/10.34029/2311-4061-2021-141-4-04-20> [in Ukrainian]
2. Hakhovych, N.H. *Rozvytok vitchyznianoho vahonobuduvannia ta yoho perspektyvy [Development of domestic railcar construction and its prospects]*. Retrieved from: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/12/51.pdf>. [in Ukrainian]
3. Herasymchuk, V.H., & Lypysienko, A.P. (2018). Tendentsii rozvytku mashynobudivnoho kompleksu Ukrainy [Trends in the development of the machine-building complex of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia «Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

hospodarstvo» - Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series "International Economic Relations and World Economy", 19, (Part 1), (pp.75–79).Uzhhorod [in Ukrainian]

4. Donchenko, A.V., & Hladkykh, I.V. (2012). Suchasna sytuatsiia u zaliznychnii haluzi Ukrainy ta zaliznychna promyslovisv svtu [The current situation in the railway industry of Ukraine and the railway industry of the world]. *Zbirnyk naukovykh prats «Reikovy rukhomyi sklad» - Collection of scientific works "Railbound Rolling Stock"*, 6, 8–10. Kremenchuk: SE «UkrNDIV», [in Ukrainian]

5. Muradyan L.A., Myamlin S.V., Shaposhnik V.Yu. (2016). Opredelenie strategii tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta vagonnoj tekhniki. Transportnaya infrastruktura Sibirskogo rajona [Determination of the strategy for maintenance and repair of wagon equipment. Transport infrastructure of the Siberian region]. Proceedings from the seventh All-Russian scientific and technical conference (pp. 369–373). Irkutsk [in Russian]

6. «Napivvahony» Prohrama ta metodyka tekhnichnoho diahnostuvannia (obstezhennia tekhnichnoho stanu i kontrolni vyprobuvannia) [Open wagons" Program and procedure for technical diagnostics (inspection of technical condition and routine tests). (2014). *PM 08.169-2014*. Kremenchuk: SE "UkrNDIV" [in Ukrainian]

7. «Vahony – khopery kryti dlia zerna» Prohrama ta metodyka tekhnichnoho diahnostuvannia (obstezhennia tekhnichnoho stanu ta kontrolnykh vyprobuvan) [Covered wagons –hoppers for grain. Program and procedure for technical diagnostics (inspection of technical condition and routine tests). (2014). *PM 01.165-2014*. Kremenchuk: SE "UkrNDIV" [in Ukrainian]

8. Vahony – tsysterny. Prohrama ta metodyka tekhnichnoho diahnostuvannia (obstezhennia tekhnichnoho stanu ta kontrolnykh vyprobuvan) [Car – tanks. Program and procedure for technical diagnostics (inspection of technical condition and routine tests). (2014). *PM 01.164-2014*. Kremenchuk: SE "UkrNDIV" [in Ukrainian]

9. Vahony vantazhni. Nastanova z depovskoho remontu [Freight wagons. Instructions for depot repair]. *STP 04-032:2020*. [in Ukrainian]

10. Vahony vantazhni. Zahalni vymohy do rozrakhunkiv ta proektuvannia novykh i modernizovanykh vahoniv kolii 1520 mm (nesamokhidnykh) [Freight wagons. General requirements for calculations and design of new and modernized wagons of 1520 mm gauge (non-self-propelled). (2014). *DSTU 7598:2014*. Kyiv: SE "UkrNDNTs" [in Ukrainian]

11. Vahony vantazhni. Vymohy domitsnosti ta dynamichnykh yakosti [Freight wagons. Requirements for strength and dynamic qualities]. (2017). *DSTU 33211:2017*. Kyiv: SE "UkrNDNTs" [in Ukrainian].